Aus dem Knappschaftslazarett zu Zabrze O./S.
(Chefarzt Dr. Altmann).

Ein Beitrag zur Lehre von der Knochenplastik.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Medizin

der hohen

medizinischen Fakultät der Königl. Universität Breslau

eingereicht

von

August Heimann,
Assistenzarzt am Knappschaftslazarett in Zabrze O./S.

Neustadt O/S. 1910.
Buchdruckerei „Neustädter Zeitung".

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Breslau.

Referent: Professor Dr. **Küttner.**

Hürthle, Dekan.

Meiner lieben Mutter

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548206_0194

Während es in der vorantiseptischen Zeit als Regel galt, bei malignen Tumoren der langen Röhrenknochen das ganze Glied zu entfernen, also möglichst radikal zu operieren, findet man seit der Einführung der Aseptik in der Literatur die ersten Versuche eines konservativen Verfahrens, indem man anstatt der verstümmelnden Exarticulation oder Amputation in geeigneten Fällen die Geschwulst selbst nur entfernte. Anfangs wurde so verfahren, dass man das kranke Gewebe weit im Gesunden entfernte und die restierenden Knochenfragmente einfach zusammenschob, um sie auf diese Weise, allerdings mit entsprechender Verkürzung, wieder zum Verheilen zu bringen. (Bramann, v. Mikulicz.) Bei den einknochigen Extremitäten war dieses Verfahren ohne weiteres ausführbar. Bei den zweiknochigen Extremitäten jedoch musste man noch den Nachbarknochen entsprechend verkürzen, um die Fragmente genügend aneinanderzubringen. Dieses konservative Verfahren bei malignen Knochengeschwülsten war ohne Frage ein grosser Fortschritt im Vergleich zu den früheren radikalen Operationsmethoden, indem dadurch der Kranke seine Extremität, wenn auch verkürzt und oft versteift, trotzdem behielt. Der Grund dafür, dass früher so selten Versuche mit der osteoplastischen Deckung grosser Epiphysendefekte gemacht wurden, liegt wohl hauptsächlich darin, dass die einzige, ganz sichere Methode, die der Anwendung von Hautperiost- oder nur Periostknochenlappen, hierbei nicht möglich war, da nach ausgedehnten Resektionen an den Epiphysen nicht mehr genügend Material zu einer solchen Lappenbildung übrig bleibt. Man war also schliesslich auf die Transplantion von entsprechendem Ersatzmaterial angewiesen, die sich aber anfangs wegen der schlechten Erfolge bei den Chirurgen keiner grossen Beliebtheit erfreute. Erst mit dem Aufblühen der operativen Chirurgie im Anfang des vorigen Jahrhunderts wandte sich das Interesse der Forscher auch diesem Zweige der operativen Kunst, der „freien Knochen-

transplantation“ in besonders hohem Masse zu. In der Unsicherheit der damaligen Wundheilung lag es jedoch begründet, dass derartige Versuche und Beobachtungen vorerst nur auf den tierischen Körper sich beschränkten. Die ersten wichtigsten und grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiete lieferte Ollier in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, nachdem man schon am Anfange desselben Versuche gemacht hatte, ausgesägte Trepanationsscheiben wieder zur Einheilung zu bringen. Der Gedanke, für exstirpierte oder nekrotisch ausgestossene ganze Knochen oder Teile von solchen Ersatz zu schaffen, um wieder genügende Funktion des geschädigten Gliedes herzustellen, begegnet uns schon in den ersten Jahren des 19. Jahrhunderts. Es existierten damals schon kurze Angaben, dass beim Menschen eine trepanierte und zurückgelegte oder vom Tiere implantierte Knochenscheibe eingeheilt sein sollte. Mancher dieser Berichte trug den Stempel legendärer Bildung auf der Stirn (Job aMeck'ren); in anderen Fällen — so im Falle von Walters, bei dem knöcherne Verheilung nach langwieriger Eiterung und Sequesterausstossung erfolgt war — konnte von berufener Seite (v. Langenbeck) auf die Unsicherheit der Deutung hingewiesen werden, da die Möglichkeit bestand, dass das ganze implantierte Stück, soweit es nicht resorbiert worden war, zur Ausstossung gelangt, und der Ersatz von den Rändern des Defektes her erfolgt war. Wieder in anderen Fällen waren die Angaben über den klinischen Verlauf der Einheilung zu dürftig (Wedemeyer-Klenke), sodass der nach Jahren erhobene Befund durch die mangelhafte Kenntnis des Voraufgegangenen an Bedeutung verlor. Dem gegenüber standen genügsam Berichte über missglückte Versuche dieser Art (v. Walther, Percy), und es fehlte nicht an Stimmen, die aus theoretischen Gründen die Unmöglichkeit der Einheilung erweisen zu können glaubten.

Zuverlässiger waren die wenigen Fälle, die von gelungener Replantation der Trepanationstücke an Tieren bekannt waren. Den vereinzelten gelungenen Experimenten (Merrem, v. Walther, Flourens) stand jedoch eine Fülle von missglückten Versuchen gegenüber (Heine, Klenke u. a.) (siehe Axhausen u. Marchand.)

Die Ursachen des verschiedenen Ausfalles und die Momente, welche hierfür von Bedeutung sein konnten, waren damals noch völlig unbekannt, wie überhaupt irgend eine bestimmte Vorstellung von dem Akt der Einheilung kaum existierte. Erst Ollier (1858) gewann ein richtiges Verständnis über alle diese Vorgänge.

Seinen Forschungen über die Knochenverpflanzung selbst gingen eingehende Studien über die Bedeutung des Periostes voraus. Ollier erkannte die knochenbildende Tätigkeit desselben als eine spezifische Leistung, die mit dem Periost auch auf andere Orte übertragen werden konnte. Er bildete gestielte Periostlappen, legte sie zwischen die Muskeln und konstatierte nach einiger Zeit die Anwesenheit von Knochengewebe in Form von Höckern und Spangen. Ferner verpflanzte er ungestielte Periostlappen von denselben Tieren oder auch anderen Tieren gleicher Art unter die Haut und fand auch hier Knochenbildung und zwar von der innersten Zone des Periostes, der osteogenetischen Schicht desselben, ausgehend. Axhausen, einer der verdientesten modernen Forscher auf dem Gebiete der Knochentransplantation, fasst die Lehre Ollier's, betreffend die Knochenüberpflanzung, in folgenden Leitsätzen zusammen:

1. Knochenmaterial verschiedener Herkunft und Bereitung kann dem Körper operativ einverleibt werden, ohne zur Ausstossung zu kommen.
2. Es besteht im Verhalten des eingeheilten Knochens ein fundamentaler Unterschied zwischen lebensfrischem, periostgedeckten, artgleichen Knochen auf der einen Seite und jedem anderen Knochenmaterial auf der anderen Seite.
3. Nur der erstere zeigt nach der Einheilung unter rascher Herstellung inniger fibrovaskulärer Verbindungen Dickenwachstum, das durch Ablagerung neugebildeten Knochengewebes von dem am Leben bleibenden Periost aus erfolgt. Das Dickenwachstum ist das einzige sichere Zeichen der Fortdauer des Lebens. Nur bei solchem Knochen besteht also die Möglichkeit einer wirklichen Einheilung, einer Einheilung mit Erhaltung der Vitalität.

4. Jedes andere Knochenstück verfällt dem Tode, soweit es nicht schon tot implantiert wurde. Solche Stücke bleiben entweder als Fremdkörper unverändert am Platze liegen, während die Umgebung für sie eine bindegewebige Kapsel liefert; oder sie verfallen der Resorption, die oft noch dadurch beschleunigt wird, dass sie von Blutgefässen durchwachsen werden. Werden solche Stücke in ein ossifikationsfähiges Lager implantiert, so können sie unter günstigen Umständen durch neugebildetes, von dem Lager gebildetes Knochengewebe knöchern ersetzt werden
5. Ueberall da, wo ein dauernder knöcherner Ersatz erstrebt wird, hat man im Prinzip ausschliesslich artgleichen, lebensfrischen, periostgedeckten Knochen zu verwenden."

Diese Lehre Olliers ist bis in die Mitte der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts für die chirurgische Wissenschaft massgebend gewesen, und die Untersuchungen Wolffs (1863), Rudnews (1880), Jakimowitschs (1881) konnten sie weder erschüttern noch wichtige neue Gesichtspunkte zu ihr hinzufügen. Und doch waren schon damals Tatsachen beobachtet und beschrieben worden, die auf sicheren mikroskopischen Bildern basierend, die Ollier'sche Lehre in einem wichtigen Punkte ins Schwanken bringen mussten. So hatte Radzimowsky im Jahre 1881 in seiner, in russischer Sprache abgefassten, Dissertation das Absterben jeden implantierten Knochenstückes betont, auch wenn es unmittelbar samt Periost eingepflanzt wurde. Dieselbe Ansicht vertrat Bonome (1885), jedoch fanden diese Arbeiten nicht die Berücksichtigung in der Literatur, die ihnen gebührte. Erst Barth blieb es vorbehalten, seine Forschungsergebnisse bezüglich des Schicksals des transplantierten Knochens und des daran haftenden Periostes in einer Lehre zu veröffentlichen, die seitdem als Barth'sche Lehre der Ollier'schen gegenübergestellt und bis in die heutige Zeit als massgebend anerkannt wurde.

Der Inhalt der Barth'schen Leitsätze ist folgender: (Axhausen)

1. Knochenstücke jeglicher Art können, wie überhaupt Fremdkörper verschiedener Herkunft, im lebenden Organismus zur Einheilung gelangen.

2. Es besteht in dem Akt der Einheilung und in der Art des knöchernen Ersatzes nicht der geringste Unterschied zwischen den verschiedenartigen Knochensubstanzen (lebend periostgedeckt, lebend periostlos, ausgekocht, mazeriert u.s.w.)
3. Im Falle der Implantation lebenden Knochens wird das Knochengewebe samt seinem Mark nach der Implantation nekrotisch; auch etwa mit überpflanztes Periost wird ohne Ausnahme nekrotisch.
4. Jedes Knochenstück spielt nur die Rolle eines Fremdkörpers und wird allmählich durch neugebildetes Knochengewebe ersetzt.
5. Als Quelle dieses neugebildeten Knochengewebes kommt kein Teil des überpflanzten Knochens in Betracht, sondern einzig und allein das benachbarte lebende knochenbildende Gewebe.
6. Dieser Ersatz erfolgt in der grössten Hauptsache nicht durch den gewöhnlichen Vorgang der wechselnden Resorption und Apposition, sondern durch eine direkte Substitution des Toten durch Lebendes.
7. Da der mazerierte Knochen für den ganzen Vorgang dem lebenden gleichzuachten ist, ist aus praktischen Gründen in der Chirurgie mazeriertes Material dem frisch entnommenen vorzuziehen.“ „Man wird seinen Zweck mit dem wohlfeilen toten Material ebenso erreichen, als mit kostbarem lebenden, das man um den Preis einer zweiten Operation einem anderen Skeletteil des Kranken entnimmt.“ (Barth).

Vergleicht man nun die Lehre Olliers mit der eben angeführten Barths, so sieht man, dass nur in der Beurteilung des Verhaltens frischen periostgedeckten Knochens ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden besteht, der jedoch für das Verhalten der modernen Chirurge gegenüber der Knochenplastik von weittragendster Bedeutung ist. Während Ollier für lebenden periostgedeckten Knochen das Weiterleben des Periostes und mithin auch das Weiterleben des transplantierten Knochens selbst annahm, wurde beides von Barth bestritten. Bezüglich des Absterbens des Knochens war Barth auf Grund seiner genauen histologischen Untersuchungen vollständig im

Recht, ein Irrtum Olliers, den man wohl auf die unvollkommenen damaligen Untersuchungsmethoden zurückführen kann.

Wie verhält sich nun in Wahrheit das Periost?

Wie ich schon oben angeführt habe, fusste die Anschauung Olliers vom Weiterleben des Periostes auf seinen positiven Forschungsergebnissen bei Transplantation von gestielten und ungestielten Periostlappen in vollständig indifferentes Gewebe. Seine Befunde wurden in der Folgezeit noch mehrfach bestätigt durch Wolff, Radzimowsky, Bonome und in den letzten Jahren noch durch die ausgezeichneten Versuche von Grohé und Sultan. Auch Jakimowitsch hatte bei der Einpflanzung periostgedeckter halber Kaninchenphalangen positive Resultate.

Saltykow-Marchand konnten ebenfalls die histologischen Einzelheiten des „Ueberlebens" des Periostes an Ratten und Mäusen beobachten.

Sultan fand in seinen Versuchen an Hunden, dass das deckende Periost am Leben geblieben war und auf dem implantierten absterbenden Knochen neuen Knochen als deutlich nachweisbare Schicht abgelagert hatte.

Diesen überzeugend nachgewiesenen Resultaten steht nun die bestimmte Behauptung Barths gegenüber, dass das mitüberpflanzte Periost mit dem Knochen absterbe. Sein Untersuchungsergebnis ist wohl leicht daraus zu erklären, dass er bei seinen Versuchen der Frage der Lebensfähigkeit des Periostes nicht die gleiche Beachtung geschenkt hat als der Frage des Schicksals des Knochengewebes selbst; er hat das Verhalten des Periostes in den ersten Einheilungsstadien nicht zum Gegenstand eines besonderen Studiums gemacht, sondern nur aus späteren Befunden Rückschlüsse gezogen. Zahlreich vorgenommene Nachuntersuchungen auch der neuesten Zeit, wie von Axhausen, haben immer wieder die alten Ollier'schen Anschauungen über das Verhalten der Knochenhaut bestätigt.

Bezüglich der Vitalität des Periostes fand Grohé, dass Periostlappen sogar 100 Stunden nach Entnahme vom Mutterboden noch einheilten und Proliferationsfähigkeit zeigten. Er kommt auf Grund seiner eingehenden Versuche mit Periost-

transplantation zu folgendem interessanten Schluss: „Die Uebereinstimmung meiner erfolgreich verlaufenen Periostübertragungen mit den Ergebnissen der früheren Beobachter (Ollier, Cohnheim, Maass, Bonome) lässt keinen Zweifel daran, dass die Keimschicht dieses Gewebes im Kadaver eines Kaninchens bis in den fünften Tag hinein nicht nur erholungsfähig, sondern zu derjenigen höchsten Proliferationsleistung geeignet bleiben kann, welche man in der Wissenschaft als ausschliessliche Eigenschaft lebenswarm entnommener frischer Gewebe zu betrachten gewohnt ist."

Schon 1852 schreibt Virchow: „Jede Zelle ist als solche eine geschlossene Einheit, die in sich selbst den Grund, das Prinzip ihres Lebens aufgenommen hat, die in sich selbst die Gesetze ihrer Existenz trägt und die gegenüber der übrigen Welt eine bestimmte Autonomie besitzt. Eine von der Verbindung mit dem Mutterboden losgelöste Zelle ist dadurch noch nicht tot, sondern sie kann noch längere Zeit hindurch eine Reihe der positivsten Lebenserscheinungen darbieten, die niemals wieder an ihr hervorgerufen werden können, sobald sie wirklich abgestorben ist. Ein Teil kann für längere Zeit aus der Nervenverbindung austreten und doch sein Leben konservieren, ja wir sehen, dass sogar Teile, die aus aller Verbindung gelöst waren, ihre Lebensverrichtungen in der ausgedehntesten Weise wieder aufnehmen, ohne dass sie zunächst in eine neue Nervenverbindung eintreten, wenn sie nur in der Lage sind, Ernährungsmaterial zu beziehen". (Marchand.)

Nach alledem scheinen also Zweifel an der Richtigkeit der Lehre Barths betreffend die Lebensfähigkeit des mitüberpflanzten Periostes wohl gerechtfertigt zu sein, und ich glaube nicht zu viel zu behaupten, wenn ich das Weiterleben des Periostes durch die einwandsfreien Befunde der eben erwähnten Forscher als vollkommen erwiesen betrachte.

Wenn Barth ferner die Lebens- und Produktionsfähigkeit des Knochenmarktes bestimmt in Abrede stellt, so machen doch neuere Forschungen von Sultan und Frankenstein ein Erhaltenbleiben desselben und produktive Vorgänge in demselben selbst glaubhaft.

Sultan fand in frisch entnommenen periostlosen Knochenstücken, die er in indifferente Weichteile einlagerte, Neubildung von Knochenwebe in den Markräumen, als deren Quelle er nur erhalten gebliebene Markteile ansah.

Frankenstein fand in seinem untersuchten und genau beschriebenen Fall fünf Monate nach der Transplantation eines Röhrenknochens noch lebendes Mark in demselben vor.

Im Gegensatz dazu legt Lexer keinen Wert auf das Knochenmark, vielmehr entfernt er dasselbe vor der Transplantation, um die fieberhafte Resorption seiner Zerfallsstoffe zu verhindern, und ersetzt es durch Einlegen einer Jodoformplombe in die Markhöhle.

Zur Erklärung der negativen Ergebnisse Barths bezüglich der Vitalität des Periostes und seines Wertes für die Transplantation von lebensfrischem Knochen muss man ferner bedenken, dass er hauptsächlich an der Replantation von Trepanationsscheiben und an wandständigen Resektionen bei langen Röhrenknochen seine Versuche anstellte. In beiden Fällen liegt das implantierte Knochenstück in weitester Ausdehnung den lebenden ossifikationsfähigen Geweben an, und es konnte die Knochenneubildung, ohne viel Wert auf das mitüberpflanzte Periost legen zu müssen, von allen Seiten her mit Leichtigkeit erfolgen.

Ganz anders jedoch verhält sich die Bewertung der Knochenhaut bei Deckung zirkulärer Defekte langer Röhrenknochen. Am besten erkennt man dieses, wenn man sich den Einheilungsvorgang bei der Transplantation nach Barth und Ollier vor Augen führt.

Nach Barth geschieht die Einheilung des transplantierten Stückes derart, dass von beiden Seiten, dort, wo das Implantatum den Knochen des Einpflanzungslagers anliegt, durch Produktion des mütterlichen Gewebes, des Periostes und Knochenmarkes, neugebildetes Knochengewebe allmählich gegen die Mitte des implantierten Knochens vorrückt. Diese Knochenneubildung stellt eine feste Verbindung her mit dem Ersatzstück, durchwächst es auch allmählich und ersetzt es, indem es seine Salze zum Aufbau neuen Knochengewebes verwendet. Die Salze des abgestorbenen oder toten Knochens

haben dabei also gleichsam die Bedeutung von Baumaterial für den neugebildeten Knochen; denn dekalzinierter Knochen wird schnell resorbiert, während durch die Einheilung von Knochenasche das abkapselnde neugebildete Bindegewebe zur Bildung dünner Knochenlamellen angeregt wird.

Aus dem Umstand nun, dass, wie Axhausen treffend bemerkt, zur knöchernen Durchsetzung des Implantatums von dem benachbarten mütterlichen Knochengewebe her, eine beträchtliche Zeit erforderlich sein muss, können leicht grobe mechanische Störungen für das operierte Glied erwachsen. Die Resorption des ganzen toten oder abgestorbenen Knochenstückes setzt nämlich unmittelbar nach der Verpflanzung ein, ohne Rücksicht auf die von der Nachbarschaft her erfolgende Knochenneubildung. Wenn nun, wie es leicht vorkommen kann, der Abbau des Knochengewebes in der Mitte des Implantatums schon vollendet ist, noch bevor die Neubildung von den Enden her in der Mitte zusammengetroffen ist, dann ist ein günstiges Operationsresultat ausgeschlossen. Als Beispiel für die unheilvolle Bedeutung eines solchen Vorganges erwähnt Axhausen folgenden Fall der Kieler Klinik: Es handelt sich um einen Fall von Chondrosarkom des Grundgliedes eines Fingers bei einer jungen Dame. Bei der Operation musste die Grundphalanx bis auf die Gelenkenden in toto reseziert werden. Der Heilverlauf war bei einem Ersatz des Fehlenden durch ein Stück mazerierten Knochens, das in die Gelenkenden eingespiesst wurde, völlig glatt und das kosmetische und funktionelle Resultat zunächst vorzüglich. Aber nach längerer Zeit begann das betreffende Glied sozusagen in sich zusammenzusinken, und das Röntgenbild zeigte als Ursache die vorgeschrittene Resorption des eingepflanzten Stückes, der die von den Enden her erfolgte, auf der Platte erkennbare Neubildung bei weitem nicht die Wage hielt. Es war daher die mechanische Leistungsfähigkeit in der Mitte schon erschöpft, noch bevor von den Enden her vollwertiger Ersatz geschaffen war."

Nach der Lehre Olliers wird sich nach Anwendung von mazeriertem oder lebendem periostlosen Knochen zur Deckung eines Defektes ganz genau derselbe Vorgang ereignen müssen, d. h. er wird vollständig resorbiert, ohne einen knöchernen

Verschluss des Defektes zu hinterlassen. Wählt man jedoch lebenden periostgedeckten Knochen als Transplantationsmaterial, dann muss sich nach den massgebenden Ollier'schen Anschauungen der Einheilungsvorgang ganz anders gestalten. Bleibt das Periost am Leben, dann kann die oben angeführte schwere mechanische Störung nicht vorkommen, denn der mittlere Teil des implatierten Knochens nämlich ist in diesem Falle in breiter Ausdehnung von seiner knochenbildenden Haut umgeben und nicht auf den Ersatz von den benachbarten Enden her angewiesen, ein Umstand, der bei der Anwendung von lebensfrischem periostgedeckten Knochenmaterial zur Deckung von sehr grossen zirkulären Defekten an langen Röhrenknochen von grosser Bedeutung ist.

Bevor ich nun zu den in der Literatur erwähnten Fällen von Knochenplastik selbst übergehe, will ich mich über den Begriff der Transplantation und über die einzelnen Verfahren bei Vornahme derselben kurz erklären.

Unter Transplantation oder Pfropfung, „greffe" der Franzosen, versteht man die Einheilung eines von einer anderen Körperstelle desselben oder auch eines anderen Individuums der gleichen oder einer verwandten Art entnommenen, lebenden oder toten Gewebeteiles.

Das erstere Verfahren wird jetzt allgemein Autoplastik, das letztere Homoplastik genannt. Den Ausdruck Heteroplastik gebraucht man für den Ersatz eines defekten Teiles durch fremdartiges, lebloses Material, wie z. B. Elfenbein, Metall, dekalzinierten Knochen, zerkleinerte Knochenkohle u. s. w. Es ist zweifellos, dass man mit allen diesen Methoden bei richtiger Auswahl der Fälle und strengster Asepsis den gewünschten Erfolg erzielen kann. Als sicherste Methode jedoch hat sich, wo irgend ausführbar, die Autoplastik mit gestielten Hautperiost- oder nur Periostknochenlappen erwiesen. Diese Methode kann aber nur dort Verwendung finden, wo man genügende Periost- resp. Knochensubstanz aus der Nachbarschaft herausnehmen kann, wie z. B. an platten Schädelknochen. In den Fällen jedoch, wo die eben erwähnte Methode nicht ausführbar ist, wie z. B. an einem ausgedehnten Kontinuitätsdefekt eines langen Röhrenknochens, sind die Verhältnisse

etwas anders als bei dünnen, flachen Schädelknochen. Während bei letzteren nur eine Schutzvorrichtung des Inhaltes gegen äussere Schädigungen geschaffen werden soll, muss bei jenem vor allen Dingen eine tragfähige starke Verbindung des Knochens und eine feste Stütze das zu erstrebende Ziel sein. Für die meisten Fälle von Kontinuitätsdefekt an Röhrenknochen ist daher die Osteoplastik mit gestielten Periostknochenlappen nicht anwendbar, weil nicht genügend Knochensubstanz aus einem der beiden benachbarten Knochenenden entnommen werden kann. Mit Recht sagt Reichel in seinen Fällen von kongenitaler Pseudarthrose, dass die Müller'sche Plastik sich deswegen hier nicht eignet, weil selbst das kräftige obere Fragment der Tibia meist so grazil ist, dass es gewagt erscheint, seine Tragfähigkeit durch Fortnahme eines Stückes seiner Cortikalis noch zu vermindern. Bei solchen Fällen gibt die freie Autoplastik, das ist die Verwendung ungestielter lebender Periostknochenlappen, sowie die Homoplastik die besten Erfolge.

Mit den sich mehrenden Versuchen, geeignete Fälle von Knochentumoren und Pseudarthrosen ohne verstümmelnde Operation durch Kontinuitätsresektion zur Heilung zu bringen, trat die Frage nach dem besten Ersatzmaterial in den Vordergrund. Es wurde darüber gestritten, ob frisch entnommener lebender Knochen totem Material, sei es Knochen, Elfenbein oder irgend ein Metall, vorzuziehen sei.

Es wäre zu weit gegangen, die Möglichkeit einer knöchernen Einheilung heteroplastischen Materials leugnen zu wollen. Denn schon Marchand hat an der Hand zahlreicher Versuche nachgewiesen, dass solches Material knöchern einheilen kann, wenn nur das implantierte Stück in innigem Kontakt mit den Wandungen des Defekts steht und einen genügenden ossifikatorischen Reiz auf das umgebende lebende Gewebe auszuüben vermag. Ist es unresorbierbar, wie z. B. Aluminium, so bleibt es lebenslang als solches liegen, ohne mit der Umgebung eine feste substantielle Verwachsung einzugehen. „Der leblose Fremdkörper verhält sich bei der Einheilung vollständig passiv, er wird wie ein Fremdkörper in das lebende Gewebe eingeschlossen und zeigt keine aktiven

Lebensäusserungen". Er wird vom Bindegewebe eingekapselt und dieses kann nur bei vorhandenem osteogenen Gewebe später verknöchern, wie ein Fall Péans zeigt. (Tomita.)

Es sei mir nun gestattet, an der Hand der wichtigsten und interessantesten in der Literatur beschriebenen Fälle das Endergebnis betreffend Einheilung und Funktion bei Anwendung von heteroplastischem Ersatzmaterial zu betrachten.

Péan resezierte bei einem Kranken subperiostal die obere Hälfte des Humeros, an deren Stelle er eine aus Kautschuk und Platina bestehende Prothese einsetzte, welche nach Art eines Gelenkes in sich selbst beweglich war. Patient trug die Prothese $2^1/_2$ Jahre, während zugleich eine Fistel bestand. Nach dieser Zeit zeigte sich, dass das erhaltene Periost neuen Knochen gebildet hatte; die Prothese wurde entfernt, die Fistel heilte.

Berndt hatte bei einer einseitigen Resektion des Unterkiefers eine Prothese aus Celluloid eingelegt. Diese Prothese wird $4^1/_2$ Jahre reaktionslos getragen. Das vordere Ende derselben ist in geringen Grenzen gegen die frühere Sägefläche des Unterkiefers verschieblich. Der Mund kann bequem geöffnet und geschlossen werden. Er sagt zum Schluss: „Dass ein so grosser Fremdkörper — ein der resezierten Unterkieferhälfte entsprechender Celluloidring — nicht nur fistellos einheilt, sondern ohne Fistel $4^1/_2$ Jahre liegen bleibt, ist bemerkenswert".

Gluck machte eine Mitteilung über Versuche, bei welchen mit eingeheilten Metallteilen Hunde jahrelang in völlig normaler Weise umher gelaufen waren, und die weder Reizung noch Fistelbildung verursachten. Er berichtet ferner über Kranke, bei denen eine Elfenbeinprothese an Stelle entfernter Knochen, wie Phalangen, Ulna, Tibia u. s. w. eingeheilt waren.

Kronacher berichtet über einen 5jährigen Kranken, welchem er wegen Sarkoms der Fibula $^3/_4$ dieses Knochens reseziert hatte und dem er fünf Tage später eine 15 cm lange solide Elfenbeinprothese zwischen die restierenden Knochenteile einfügte. Zirka 3 Monate später erfolgte Amputation wegen Rezidivs. Dabei zeigte sich, dass das invaginierte Elfenbeinstück an dem oberen Diaphysenrest von 4—5 mm dicker

Knochenschicht umgeben war, allseits von einer periostähnlichen, 1 mm starken Membran bekleidet wurde und am Malleolus von einer wallnussgrossen, knorpelähnlichen Schicht umwachsen war.

Prévost hatte einen Defekt in der Tibia, entstanden nach Ausräumen eines tuberkulösen Herdes mit entkalkten Knochenstücken ausgefüllt. In Röntgenbildern war später kein Unterschied zwischen neuem und altem Knochen bemerkbar (siehe Tomita).

Die Einheilung von fremdem, leblosen Material zum Verschlusse von Knochendefekten ist also, wie wir sehen, schon seit langer Zeit mit den verschiedensten Mitteln geübt worden. Nach aseptisch ausgeführten Operationen heilen diese Fremdkörper, welche vorher sterilisiert werden, gut ein. Die ganstigen Resultate bei Anwendung von heteroplastischem Material sind jedoch im Vergleich zu den vielen Misserfolgen bei diesem Verfahren sehr gering und mit den ausgezeichneten Erfolgen der Auto- und Homoplastik bei weitem nicht zu vergleichen. Denn in den meisten Fällen, in denen später gute Funktion von dem operierten Körperteil verlangt wurde, versagte die Heteroplastik und verursachte statt der knöchernen Einheilung einen früher oder später eintretenden entzündlichen Zustand im Nachbargewebe, der nur der Entfernung dieser Fremdkörper wich. Fisteleiterungen können auch auftreten, wenn nach der Ansicht Lexers die über dem implantierten Stücke liegende Haut von innen gedrückt oder bei Bewegungen gescheuert wird. In der neueren Zeit ist man daher von der Anwendung von heteroplastischen Material zur Deckung ausgedehnter Extremitäten-Knochendefekte ganz abgekommen wegen der meist schlechten Erfolge, und beschränkt sich bei der Anwendung desselben nur fast ausschliesslich noch auf Schädeldefekte, wo man Platten aus Bernstein, Elfenbein, Zelluloid, Aluminium, Platin und Goldblech einsetzt.

An Extremitätenknochen verwendet man heteroplastisches Material nur bei Ausfüllung grosser osteomyelitischer Knochenhöhlen, bei denen sich die Jodoformplombe nach von Mosetig-Moorhof am besten bewährt hat, und bei der Knochenbolzung an Frakturen und Pseudarthrosen. Am

häufigsten benutzt man zu diesem Zwecke von fremdartigem Material das Elfenbein, welches in Form von dünnen Stiften zur Nagelung oder von dicken Zapfen zur Bolzung Verwendung findet.

Kostlivy empfiehlt in neuester Zeit als Bolzenmaterial das Galalith, welches gut sterilisierbar ist und in der Zeit von etwa zehn Wochen resorbiert wird. Es hat ferner noch den grossen Vorteil, beim Aufkochen in einer Chromsäurelösung biegsam und dabei in hohem Grade elastisch zu werden. Durch Distraktion der Fragmente und Abbiegen der Galalithprothese lässt sie sich daher mit Leichtigkeit in die beiderseitigen Markhöhlen einführen. Beide Bruchenden klappen dann sofort exakt aufeinander, und die Fixation derselben ist vortrefflich. An 17 Fällen konnte Kostlivy eine gute Einheilung beobachten. Die Resorbtion der Prothese erfolgte nie früher, bevor nicht Konsolidation der Frakturenden eingetreten war.

Ebenso ungünstig als bei Gebrauch von fremdartigem Material sind die Resultate bei Anwendung von totem Knochen zur Deckung von grossen periostlosen Kontinuitätsdefekten an Röhrenknochen. Aengstliche Patienten werden sich zu einer Transplantation von fremden Knochen immer leichter entschliessen als zu einer freien Autoplastik; mancher Kranke wird sich weigern, wenn an einer Extremität eine grosse Operation vorgenommen werden muss, noch an einem anderen Gliede etwas machen zu lassen. Heilt der fremde Knochen nicht ein, so ist Patient nicht viel schlimmer daran, als wenn nichts implantiert worden wäre. Wie steht es aber mit den Erfolgen bei Transplantantation von totem Knochenmaterial?

Lexer versuchte nach ausgedehnter Kniegelenksresektion wegen Chondrom des Gelenkes, um die starke Verkürzung zu vermeiden, ein 20 cm langes Stück einer Leichenulna einzuheilen, das er vorher 24 Stunden lang ausgekocht hatte. Da er kein ossifikationsfähiges Lager hatte, rieb er die periostlosen Weichteile der Wunde mit steriler Knochenasche ein, welche auch nach Heilung der Wunde in die Umgebung des Ersatzstückes eingespritzt wurde. Aber das Zwischenmuskelgewebe, welches bei Frakturen so oft den parostalen Kallus

bildet, liess sich dadurch nicht, wie nach den Versuchen von Barth erwartet werden durfte, zur Ossifikation anregen. Zwar gab es eine starke Kallusbildung an den Sägeflächen der Tibia und des Femur, doch war diese nicht im Stande, das ganze Ersatzstück zu durchwachsen; in der Mitte verfiel es der Resorption und musste nach einigen Monaten wegen Fistelbildung und Eiterung wieder entfernt werden.

Kausch berichtet, dass er in vier Fällen, wo er Leichenknochen zur Transplantation benutzte, stets Misserfolge gehabt habe. Er verwandte zum Teil Knochen von frischen Leichen, zum Teil von alten Knochenpräparaten herstammend. Er behandelte diese Knochen zuvor mit Alkohol und Aether und kochte sie auch intensiv aus. Sie heilten zunächst ein, wurden aber stets wieder ausgestossen. Es brachen Fisteln auf, die teils sterilen, teils Bakterien haltenden Eiter entleerten.

Barth musste einem 21jährigen Manne wegen periostalen Sarkoms ein 20 cm langes Stück des linken Humerus, also fast die ganze Diaphyse, zirkulär samt Periost entfernen. Zuerst implantierte er in den Defekt ein entsprechend langes Stück von einem sterilisierten Skeletthumerus und befestigte es oben und unten mit den Resektionsstümpfen mit Silberdrähten. Nach kurzem günstigen Wundverlauf trat jedoch Fieber und Eiterung ein, und er musste nach sieben Wochen den noch lose in der Wundhöhle liegenden Fremdkörper entfernen. Drei Monate später machte er einen neuen Implantationsversuch an demselben Kranken mit einer aus einer frischen Leiche entnommenen Fibula, nachdem er sie im strömenden Wasserdampf sterilisiert hatte. Dieses Mal war der Erfolg insofern besser, als am oberen Humerusfragment wenigstens knöcherne Verwachsung eintrat, am unteren jedoch eine Pseudarthrose zurückblieb. Hier entstand später eine Fistel, die andauernd Eiter absonderte und ihn schliesslich zwang, auch diesen Fremdkörper wieder zu entfernen, besonders, da sich noch zeigte, dass fast sieben Monate nach der Implantation das implantierte Knochenstück fast in ganzer Ausdehnung in der Operationswunde blosslag. Es war an seiner Oberfläche von Granulationsgewebe angenagt und nur am oberen Ende in geringer Ausdehnung knöchern organisiert.

Wir sehen also bei Anwendung von Leichenknochen, ob frisch oder alt ist gleich, stets Misserfolge, und Lexer hat vollkommen Recht, wenn er vor Anwendung auch selbst frischen Leichenknochens warnt, trotz der systematischen Untersuchungen seines Assistenten Bergemann, welche zeigten, dass Knochen in der Regel selbst 24 Stunden nach dem Tode des Individuums noch steril sind.

Zwischen Leichenknochen und totem Knochem anderer Herkunft scheint ein erheblicher Unterschied zu bestehen. Ob dies auf chemisch wirkenden Körpern beruht, die sich nach dem Tode bei der Fäulnis bilden, oder ob die Bakterien, deren Zutritt bei keiner Operation vollständig vermieden werden kann, im Leichenknochen bessere Lebensbedingungen finden, mag unentschieden bleiben. Jedenfalls finden wir bei allen den Fällen, in denen Leichenknochen Verwendung fand, immer früher oder später eintretende Vereiterung und Fistelbildung, während bei Anwendung von totem Tier- oder Menschenknochen die Resultate sich etwas günstiger gestalten. So berichtet v. Hacker über folgenden interessanten Fall: Einen ausgedehnten Knochendefekt der Tibia ersetzte er durch ein Fibulastück, das er von einem anderen wegen schwerer Verletzung amputierten Patienten gewann und vorher auskochte. Es heilte das Stück reaktionslos ein. Später wurde ein kleiner Teil desselben nekrotisch, sodass es entfernt werden musste. Es hatte sich aber unterdessen eine so starke Knochenneubildung vom oberen und unteren erhaltenen Ende der Tibia eingestellt, dass dadurch eine feste Verbindung mit der Fibula eintrat.

Dass totes Knochenmaterial bei der Ueberpflanzung auf nicht ossifikationsfähigen Boden bald der Resorption anheimfällt, beweist folgender Fall Barths.

Ein 16jähriger Kutscher hatte durch Ueberfahrenwerden eine schwere komplizierte Fraktur des linken Unterschenkels erlitten, die an der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel der Tibia einen 3 cm langen Kontinuitätsdefekt derselben hinterlassen hatte. Dieser Defekt wurde durch ein periostloses, von einer frischen Amputation entnommenes Knochenstück der Tibia gedeckt, welches zwar aseptisch

einheilte, aber nicht zur Konsolidierung führte, sondern sich nach einem Jahre im Röntgenbild als zum grössten Teil resorbiert erwies.

Wenig günstig war auch das Resultat in folgendem Falle: Wegen eines periostalen Sarkoms des Tibiakopfes wurde derselbe in einer Ausdehnung von 10 cm reseziert und die Fibula in die zu diesem Zwecke mit dem scharfen Löffel ausgehöhlte Fossa intercondylica femoris eingepflanzt. Der Defekt zwischen Condylus int. femoris und dem Tibiastumpf wurde durch ein entsprechendes Spongiosastück von einem mazerierten Femurcondylus gedeckt. Nach 3 Monaten zeigte das Röntgenbild deutliche Kallusmassen an beiden Enden des implantierten Stückes, die vom Femur und der Tibia ausgingen. Das Bein war leidlich fest, so dass die Kranke mit einem Schienenapparat gehen konnte. 1½ Jahre später musste das Bein wegen Recidivs amputiert werden. Das Röntgenbild dieses Präparates zeigte das implantierte Spongiosastück erheblich verkleinert. Ein Durchschnitt ergab, dass dasselbe zum Teil, namentlich in den oberen Abschnitten, von Sarkomknoten aufgezehrt war, und dass es im Uebrigen von Bindegewebe durchwachsen war. Die Vereinigung mit dem Tibiastumpfe war gleichfalls eine bindegewebige, keine knöcherne.

Streissler berichtet über folgenden Fall von Homoplastik mit totem Material:

Ein junger Mann erlitt durch eine Explosion eine komplizierte Unterschenkelfraktur; ein 5 cm langes ganz zersplittertes Tibiastück musste samt dem zerfetzten Periost entfernt werden. Als Ersatz diente ein sorgfältig vom Periost befreites Stück Tibia eines wegen einer septischen Verletzung amputierten Individuums. Vor der Implantation wurde es sorgfältig ausgekocht. Da der deckende Hautlappen nach der Operation nekrotisch wurde, lag der eingepflanzte Knochen lange frei zu Tage, ohne sich abzustossen; endlich wurde er entfernt. Er hatte seine interimistische Bestimmung erfüllt, die Fibula war unterdessen hinreichend tragfähig geworden, um das Bein zu stützen.

Auffallend ist bei allen Implantationsversuchen von totem Knochenmaterial in ein periostloses Lager die schnelle Resorption

des transplantierten Stückes. Interessant ist daher folgender Fall von Kausch, in dem diese Resorption nur in ganz geringem Masse stattgefunden hatte.

Kausch setzte bei einer alten Pseudarthrose infolge eines Flötenschnabelbruches des Unterschenkels, der stark O-förmig verkrümmt war, in den durch die Gradestellung herbeigeführten Defekt die Grundphalanx eines Fingers ein, den er durch eine an demselben Tage voraufgegangene Exartikulation von einem anderen Patienten gewann. Nachdem er Periost und Knorpel entfernt hatte, kochte er den Knochen eine Stunde lang aus. Er erzielte Einheilung und feste Verknöcherung. Ein ebenso günstiges Resultat bei Verwendung von aufgekochtem, totem, von lebenden Periost entblössten Knochen erzielte er in folgendem genau untersuchten Falle:

Einem 19jährigen Mädchen entfernte er wegen eines myelogen Sarkoms des Tibiakopfes ein grosses Stück der Tibia samt Periost und umliegendem Gewebe in weiter Ausdehnung. Zum Ersatz benutze er ein 8 cm langes Stück Tibia, die er wegen einer schweren komplizierten Fraktur am Tage zuvor durch Amputation gewonnen hatte. Er präparierte den Knochen aseptisch heraus, entfernte das Periost, schabte das Knochenmark aus und legte den Knochen bis zur Operation zuerst in Alkohol, dann in Aether. Kurz vor der Einpflanzung kochte er ihn noch eine Stunde lang in Wasser aus. Der Knochen heilte ein ohne jegliche Störung. Nach $^3/_4$ Jahren musste das Bein wegen eines Recidivs amputiert werden und bot nun die selten günstige Gelegenheit zum Studium des Einheilungsvorganges. Der eingepflanzte Knochen erwies sich hierbei als vollkommen mit dem benachbarten Femur- und Tibiafragment knöchern verwachsen. Er war rings von Periost umgeben und hatte im Ganzen seine alte Form beibehalten. Die Oberfläche war glatt, an einigen Stellen jedoch stark angenagt. Hinten unten hatte er makroskopisch genau dasselbe Aussehen wie die anstehende Tibia, in die er unabgrenzbar überging. Wo dem implantierten Knochen Periost aufgelagert war, fand bis in grosse Tiefe Abbau des alten und damit Hand in Hand gehend Anbau neuen Knochens statt.

Dieser eben beschriebene Fall ist deshalb so interessant, weil er gleichsam als Ausnahme der einzige bekannte ist, in dem ein grosses totes Knochenstück, in ein periostfreies Lager implantiert, dortselbst sich an beiden Enden mit dem anstehenden Knochen knöchern verband und nicht resorbiert wurde. Ein eigenartiges Verhalten zeigte hier das Periost. Es war von beiden Enden her über den implantierten periostlosen Knochen hinweggewachsen und hatte sich fest mit ihm verbunden, ein Umstand, dem wohl zum grossen Teil das günstige Resultat in diesem Falle zuzuschreiben ist.

Dass toter Knochen auch nach jahrelangem Aufenthalt in Konservierungsflüssigkeit noch ebenso gut zu gebrauchen ist, als frischer, beweist folgender Fall von Kausch:

Nach Resektion der oberen Tibiaepiphyse setzte er einen Knochen ein, den er frisch vom Lebenden gewonnen und nach dem Auskochen und Extrahieren mit Alkohol und Aether etwa ein Jahr lang in Alkohol aufbewahrt hatte. Die Wunde heilte reaktionslos, die Haut wurde aber in Folge einer Verschiebung der Patella, die als Ersatz für das mitentfernte obere Fibulaende verwandt worden war, nekrotisch, sodass der Knochen entfernt werden musste.

Gegenüber der Anschauung Kausch's: „toter Knochen kann gerade so gut einheilen, knöchern verwachsen und organisiert werden wie lebender", geben Lexer und Barth, der sich jetzt vollkommen zu der Lehre Olliers bezüglich der Vitalität des Periostes und seines Wertes für die Knochenverpflanzung bekennt, auf Grund ihrer reichen Erfahrungen den guten Rat, toten ausgekochten Leichenknochen oder sterilisierten mazerierten Knochen, sei er vom Menschen oder Tiere, nur da zu verwenden, wo das betreffende Stück unter das Periost oder als Bolzen unter die Spongiosa oder in die Markhöhle gebracht werden kann. Daraus ergibt sich, dass das Anwendungsgebiet für toten Knochen verhältnismässig sehr beschränkt ist. Das Ersatzstück muss stets mit ossifikationsfähigem Boden in Berührung kommen, wie das ja auch aus den Versuchen von Barth und Marchand hervorgeht. Unter das Periost oder ins Knochenmark gebracht heilt der Knochen ein; sind aber grössere periostlose und nicht wand-

ständige Defekte zu überbrücken, so geht die das Stück ersetzende Wucherung von der Begrenzung der die Lücke bergenden Knochenenden zu langsam vor sich, so dass der übrige Teil der Resorption verfällt, noch bevor eine vollständige knöcherne Ueberbrückung des Defektes erreicht ist. Je länger das implantierte tote Knochenstück ist, umso schwieriger muss sich dann auch naturgemäss sein Ersatz durch lebenden neuen Knochen gestalten, und die Aussicht auf eine gute Funktion des betreffenden Gliedes wird sich demgemäss ganz bedeutend verringern. Man muss hier Barth vollkommen recht geben, wenn er auf dem Chirurgenkongress 1909 sagt, dass es ein Rückschritt wäre, wenn man bei der Osteoplastik generell wieder toten Knochen benutzen würde. Nach alledem, was Lexer durch seine glänzenden Resultate bewiesen und Axhausen durch seine Tierversuche klar gestellt habe, könnte es nicht mehr zweifelhaft sein, dass für den Ersatz sehr grosser periostloser Knochendefekte nur der periostgedeckte, lebenswarme Knochen brauchbare Erfolge liefert. Am einfachsten wäre es nun, in allen den Fällen, wo der Patient sich weigert, eigenen Knochen zur Transplantation zur Verfügung zu stellen, einen entsprechenden frischen Knochen samt Periost von einem anderen Menschen oder vom Tiere unter Vermeidung jeglicher mechanischer und chemischer Schädigung zu verwenden. Diese homoplastische Operationsmethode ist auch in mehreren Fällen versucht worden und hat gute Dauererfolge gezeitigt. Tomita hatte Gelegenheit, im russisch-japanischen Kriege durch Knochenschüsse entstandene Defekte zweimal durch lebensfrischen periostgedeckten Tierknochen zu decken. In dem einen Falle wurde Knochen von einem frisch geschlachteten Kalb, im anderen von einem Kaninchen verwendet. Das Kalbsstück war 15 cm lang, 3 cm breit und bestand aus der ganzen Kortikalisschicht samt Periost und Knochenmark. Durch die Einfügung der beiden zugespitzten Knochenenden in die Markhöhle der benachbarten Tibiafragmente wurde das Bein in seiner Kontinuität schon so fest, dass man ohne Schiene verbinden konnte. Bei Fall 2 wurde in die Oberarmdiastase eine ganze Femurdiaphyse vom Kaninchen eingelegt. Da daselbst parallel stehender, als

Schiene benutzbarer Nachbarknochen fehlte, so erschwerte sich die Fixierung in richtiger Stellung bedeutend, und es entstand eine Pseudarthrose zwischen dem oberen Fragment und dem eingesetzten Knochenende. Im Röntgenbild sieht man, wie das implantierte Kaninchenknochenstück durch die Kallus-wucherung an beiden Enden fast umschlossen wird, die nach weiterer Fortsetzung der Immobilisierung des Armes endlich ineinander zu greifen schien. Es war also zu hoffen, schliesslich definitive feste Verwachsung des gegen einander wachsenden Kallus zu erzielen.

Nach Barth soll zwar ein solches Tierknochenstück schliesslich auch nach längerer Zeit resorbiert werden; Tomita meint jedoch, dass das lebende Knochenstück eine Zeit lang seine Vitalität zu behalten scheine, was ja auch für die gute Einheilung im Körpergewebe von grosser Wichtigkeit ist. Homoplastisches lebendes Knochenmaterial von anderen Menschen benutzte Lexer in ausgedehntestem Masse zu seinen Transplantationen, denn häufige Amputationen wegen trockenen Altersbrandes und schwerer Verletzungen gaben ihm reichliches Material zur Knochenplastik. Mit diesen frischen menschlichen Knochenteilen deckte er mit günstigstem Erfolge periostlose Kontinuitätsdefekte an den Extremitätenknochen von 20—30 cm Länge, ja er ersetzt damit sogar halbe und ganze Gelenke.

Selbstverständlich ist bei der Auswahl dieses Operations-materials zu berücksichtigen, dass nur gesunder Knochen benützt wird. Akute und chronische infektiöse Entzündungen und bösartige Tumoren machen den Knochen von vornherein zur Plastik ungeeignet. Grade die Furcht davor, bei Benutzung von lebendem Knochen anderer Menschen einen Krankheits-keim oder gar eine Krankheit selbst zu übertragen, was trotz der besten modernen Untersuchungsmethoden nicht vollkommen auszuschliessen ist, hat die meisten Operateure von der An-wendung derartigen homoplastischen menschlichen Operations-materials zurückgeschreckt. Hauptsächlich aus diesem Grunde und wegen Fehlens von geeignetem Amputationsknochen in den meisten Fällen, wo gerade eine Transplantation vor-genommen werden soll, ziehen die Chirurgen die Autoplastik,

die Verwendung periostgedeckten lebensfrischen Knochens von demselben Menschen dem eben erwähnten Verfahren vor.

Klinische Erfahrungen über die Autoplastik hat man an allen Skelettabschnitten sammeln können, und es hat sich dabei gezeigt, dass diese Methode, besonders was dauernde Einheilung und Uebernahme guter Funktion betrifft, allen oben beschriebenen Plastikverfahren weit überlegen ist

Die in der Literatur aufgezeichneten Fälle von freier Autoplastik beschränken sich leider meistens nur auf klinische Beobachtungen, auf die Beschreibung der Aussenform des operierten Gliedabschnittes, des funktionellen Endresultates und der von Zeit zu Zeit aufgenommenen Röntgenbilder, da aus leicht verständlichen Gründen die genaue histologische Untersuchung an dem betreffenden Falle nur selten ausführbar ist. Glückt die Knochenüberpflanzung, so bleibt das Objekt der Untersuchung bis nach dem Tode entzogen Derlei Spätbefunde werden aber die charakteristischen Vorgänge der Einheilung und das Schicksal des implantierten Knochens nicht mehr genau erkennen lassen, weswegen gerade die wenigen vorhandenen Fälle besonders wertvoll sind, in denen eine nicht zu spät vorgenommene verstümmelnde Operation, z. B. wegen Recidives bei malignen Tumoren, oder ein zufälliger Exitus die Möglichkeit der histologischen Untersuchung des Präparates schafft.

Von den zahlreichen in der Literatur vorhandenen Fällen von Autoplastik will ich die wichtigsten hier anführen:

Seydel und Berndt berichten über günstige Resultate bei der Autoplastik.

v. Bergmann ersetzte ein wegen Sarkom reseziertes 12 cm langes Stück der Tibia durch ein 11 cm langes Fibulastück, welches mit den angefrischten Tibiaenden durch Silberdrähte verbunden wurde. Schon nach einigen Wochen war die Vereinigung vollständig. Nach $1\frac{1}{2}$ Jahren musste wegen Sarkomrecidivs das Bein amputiert werden. Die Sektion desselben ergab, dass die Knochen so vollkommen mit einander verbunden waren, dass selbst nach Ablösung des Periostes die Verbindungsstelle nur an den eingeheilten Silberdrähten er-

kennbar war. Der Knochen hatte vollkommen die Form der normalen Tibia angenommen.

v. Bramann (1894) deckte einen nach komplizierter Fraktur entstandenen 5—6 cm breiten Humerusdefekt durch ein periostgedecktes Tibiastück desselben Kranken. Dadurch, dass die Muskulatur an der Defektstelle fast vollständig verloren gegangen war, konnte man den transplantierten Knochen unter der Haut gut abtasten und man fand, dass während der $2^1/_2$ Jahre dauernden Beobachtungszeit keine Verdünnung, vielmehr eine Dickenzunahme stattfand, obwohl das Periost an den Fragmentenden des Humerus nachgewiesenermassen in grösserer Ausdehnung verloren gegangen war. Es fand also eine subperiostale Knochenneubildung von Seiten des mitüberpflanzten Periostes statt. Dieser Umstand veranlasste damals schon v. Bramann, auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, die sich in solchen Fällen grösserer Kontinuitätsdefekte der dauernden knöchernen Einheilung entgegenstellen müssen unter der Annahme des von Barth angegebenen Weges, nämlich des Ersatzes von den benachbarten Fragmentenden her.

Klapp berichtet über folgenden interessanten Fall: Es handelt sich um eine 30jährige Patientin mit Sarkom und Spontanfraktur am rechten Oberarm. Bei der Operation muss fast die ganze Diaphyse samt Periost entfernt werden. Dieser Defekt wird durch ein etwas längeres Knochenstück ersetzt, welches nebst Periost unter Blutleere aus der Vorderfläche der Tibia ausgemeisselt wird. Nach Abstossung eines 3 cm langen Sequesters heilte die Wunde vollkommen, beide Vereinigungsstellen waren knöchern verwachsen, und fast 2 Jahre nach der Operation verrichtete die Patientin mit dem betreffenden Arm wieder alle ihre häuslichen Arbeiten. Klapp hält es in diesem Falle von der grössten Wichtigkeit, dass periostgedeckter Knochen verwandt wurde, denn nur diesem Umstand sei der gute Erfolg zuzuschreiben.

Bei derselben von Klapp operierten Patientin musste Bier 4 Monate später eine Nachoperation vornehmen. Er konnte dabei, ebenso wie v. Bramann bei seinem Falle, eine Verdickung des implantierten Stückes feststellen. In dem

Röntgenbilde zeigte das Ersatzstück etwa die Dicke eines gewöhnlichen Humerus.

Tietze erwähnt auf dem Chirurgenkongress 1902 folgenden lehrreichen Fall:

Im August 1900 diagnostizierte er bei einer Dame einen Knochentumor am unteren Ende des rechten Radius, der sich bei der histologischen Untersuchung als Riesenzellsarkom herausstellte. Er wurde samt dem beteiligten Radiusstück operativ entfernt, und der 4 cm lange Defekt mit der periostgedeckten Grundphalange der linken grossen Zehe ausgefüllt, nachdem eine Gelenkfläche derselben abgeschnitten und Wundfläche mit Wundfläche verbunden worden war, sodass die 2. Gelenkfläche der Handwurzelreihe gegenüber zu liegen kam. Es trat eine knöcherne Vereinigung des Implantatums mit dem Radiusende ein, und die Funktion wurde so gut, dass die Patientin ihren Beruf als Klavierlehrerin wieder aufnehmen konnte. An von Zeit zu Zeit aufgenommenen Röntgenbildern konnte er beobachten, wie das implantierte Stück kleiner und am proximalen Ende spitzer geworden war. Er nahm infolge dessen an, dass der transplantierte Knochen langsam resorbiert werde, während das Periost erhalten geblieben wäre.

Timann berichtet in seinem Aufsatz: „Behandlung der Spina ventosa mittelst freier Autoplastik“ über 12 Fälle, bei denen er durch Anwendung lebender periostgedeckter Knochenstücke von demselben Individuum ausgezeichnete Erfolge sah. Bei allen diesen Fällen konnte er gute Funktion und eine wundervolle Umformung des Ersatzknochens beobachten, und zwar so, dass nach 3 -5 Monaten im Laufe des Gebrauches das Implantatum eine Form annahm, die dem ersetzten Knochen täuschend ähnlich wurde.

v. Mangoldt brachte in zwei Fällen Pseudarthrosen, die durch Sequestrotomie entstanden waren, dadurch zur Heilung, dass er freie Periostknochenstücke transplantierte. Er konnte an den Röntgenbildern eine von dem Periostknochenlappen ausgehende, stetig zunehmende Neubildung von Knochengewebe an der Defektstelle beobachten. Er behauptet, dass diese Knochenneubildung vom mitüberpflanzten Periost ausgeht.

Tomita deckte dreimal durch Knochenschüsse im russisch-japanischen Kriege entstandene Defekte durch freie Autoplastik und zwar mit dem besten Erfolge. Er gibt den Rat, um gute Resultate zu erzielen, müsse man bei der Ausmeisselung des zu implantierenden Stückes die grösste Vorsicht anwenden, damit keine unregelmässig zackigen Ränder und Fissuren im Implantatum entstehen. Denn zerquetschte unregelmässige Ränder im Stück solle man deswegen möglichst vermeiden, weil dann solche Teile frühzeitig absterben und der Resorption unterliegen, da sie in ihrer Vitalität stark geschädigt sind. „Um glatte Einheilung zu erreichen und zugleich dem eingeheilten Stück möglichst lange seine Vitalität zu erhalten, soll man ein intaktes, alle Teile des Knochens in sich einbeziehendes Stück wählen."

Auf dem Chirurgenkongress im Jahre 1908 und 1909 war das Kapitel der Knochenüberpflanzung Gegenstand einer eingehenden Besprechung.

A. Barth erkennt in seinem Aufsatz „Ueber Osteoplastik" den Wert des Periostes bei Deckung von grossen zirkulären Defekten der langen Röhrenknochen mit Verlust der Knochenhaut, wie sie nach schweren Verletzungen, Osteomyelitis und besonders häufig bei den modernen Kontinuitätsresektionen wegen maligner Knochentumoren und Cystenbildung vorkommen, vollkommen an. Einem 21jährigen Manne hatte er wegen eines periostalen Sarkoms ein 20 cm langes Stück des linken Humeros zirkulär samt Periost entfernen müssen. Nachdem er, wie schon früher erwähnt, zweimal ohne Erfolg Leichenknochen implantiert hatte, entschloss er sich endlich zur Ausführung der freien Autoplastik, indem er der linken Tibia einen 20 cm langen Periostknochenspahn entnahm und in den betreffenden Humerusdefekt einpflanzte. An den Oberarmstümpfen wurden ausserdem noch Periostknochenlappen umgeschlagen und mit dem Implantatum durch Catgutnähte vereinigt, nachdem die Enden des implantierten Stückes in die Markhöhle der Humerusfragmente eingebohrt worden waren. Im Gegensatz nun zu den beiden heteroplastischen Misserfolgen trat jetzt nach einigen Wochen knöcherne Verwachsung des Implantatums mit dem oberen Humerusstumpfe ein, am unteren Fragment

nach etwa 2 Jahren. Wegen zunehmender Rarefikation oberhalb der Mitte des implantierten Knochens trat eine Pseudarthrose auf, die das sonst günstige Resultat wesentlich beeinträchtigte.

Ideal war aber der Erfolg in einem anderen Falle:

Wegen osteomyelitischer Totalnekrose musste er einem 8jährigen Knaben den etwa $^2/_3$ der linken Tibia darstellenden Sequester entfernen. Den dadurch entstandenen Defekt suchte er zunächst durch einen gestielten Hautperiostknochenlappen zu verkleinern. Da jedoch noch ein 6 cm langer zirkulärer Defekt übrig blieb, pflanzte er in denselben zwei entsprechende Periostknochenspähne aus der gesunden Tibia ein. Dieselben heilten ein und führten zu einer mächtigen Knochenneubildung und zur völligen Konsolidation des Schienbeins innerhalb von zwei Jahren. Mit einer Verkürzung von 2 cm und guter Beweglichkeit des Kniegelenkes wurde das Bein wieder vollkommen gebrauchsfähig und hat seitdem allen Anforderungen genügt.

Einen grossen Wert auf das mitüberpflanzte Periost legt auch Heidenhain, der an den Röntgenbildern von zwei sehr günstig geheilten Knochentransplantationen fand, dass in dem ersten Falle der implantierte Knochen ausserordentlich stark rarefiziert war, und bei dem zweiten eine wunderbare Regeneration der Spongiosaarchitektur eingetreten war. Trotzdem nach der Knochenimplantation eine Eiterung auftrat, und ein Teil des transplantierten Knochens nekrotisch ausgestossen wurde, trat doch feste Konsolidation ein, die nach Heidenhains Ansicht nur den am Leben gebliebenen Resten des mitüberpflanzten Periostes ihr Entstehen verdankte.

Brentano stellte auf dem Kongress 1908 zwei Patienten vor, bei denen er ausgedehnte Defekte an den langen Röhrenknochen durch Ueberpflanzung eines freien Periostknochenstückes deckte.

Der erste Fall betraf ein 14jähriges Mädchen mit einem, im Anschlusse an ein voraufgegangenes Trauma entstandenen, myelogenen Sarkom der linken Tibia. Die Geschwulst nahm die ganze untere Epiphyse und ein Stück der angrenzenden Diaphyse ein, hatte jedoch weder die Kortikalis noch den Gelenkknorpel an irgend einer Stelle durchbrochen. Unter

Blutleere wurden die unteren $^2/_5$ der Tibia samt dem anhaftenden Periost und der Gelenkfläche mit sorgfältigster Schonung aller Sehnen reseziert, sodass ein 15 cm langer Defekt entstand, in welchen ein entsprechend langer freier Periostknochenspahn eingesetzt wurde, der der Tibia derselben Seite nach Verlängerung des Hautschnittes nach oben entnommen worden war. Das Ersatzstück stützte sich oben auf die Sägefläche der Tibia, unten auf die Talusrolle, wo mit der Luer'schen Zange eine kleine Grube zur Aufnahme des periphären Endes hergestellt wurde. Das mitüberpflanzte Periost wurde oben mit dem der Tibia, unten mit Resten der Gelenkkapsel durch Nähte vereinigt. Das Knochenstück heilte reaktionslos ein, und die Patientin konnte schon 6 Wochen nach der Operation im Gypsverbande die ersten Gehversuche machen. Im anderen Falle wurde zur Beseitigung einer Pseudothrose des linken Oberarmes ein Periostknochenstück der linken Tibia zwischen die treppenartig angefrischten und auseinander gezogenen Knochenenden eingepflanzt. Die Fixation des Ersatzstückes erfolgte lediglich durch Periostnähte. Nach anfangs reaktionslosem Verlauf entwickelte sich in der Narbe eine Fistel, die erst heilte, nachdem sich ein kleinfingernagelgrosser Sequester aus ihr abgestossen hatte. Eine feste knöcherne Vereinigung war $6^1/_2$ Monate nach der Operation noch nicht eingetreten, da noch deutliche Wackelbewegungen an der Implantationsstelle möglich waren.

A. Neumann ersetzte einen terminalen Knochenabschnitt nämlich den unteren Radiusteil, ebenfalls durch freie Autoplastik. Um eine Gelenkfläche gegenüber der Handwurzelreihe zu erhalten, schlug er einen rechteckigen Periostlappen auf die distale Sägefläche des Ersatzstückes um und zwar mit dem besten Erfolge. Der Knochen heilte nicht nur glatt ein, und behielt seine Lage und Form, sondern gab auch dem Handgelenk eine so weitgehende Beweglichkeit wieder, dass Patient ohne jeglichen Stützapparat alle Arbeiten wieder verrichten konnte.

In dem Falle Braun's handelt es sich um ein zwanzigjähriges Mädchen, an deren linkem Humerus eine die oberen $^2/_3$ einnehmende, solitäre Knochenzyste sass. Auch der Humeruskopf war bis auf eine schmale, mit Knorpel bedeckte

Knochenscheibe von der Erkrankung mit befallen. Die oberen $^2/_3$ des Humerus wurden mit dem Humeruskopf reseziert und durch ein 21 cm langes, der Tibia derselben Kranken entnommenes, mit Periost bedecktes Knochenstück ersetzt, welches unten zugespitzt in die Markhöhle des erhalten gebliebenen Humerusstückes eingekeilt, oben gegen die Gelenkpfanne angestemmt wurde. Nach reaktionsloser Einheilung des Ersatzstückes zeigte der Arm die normale Länge und Form und war gut gebrauchsfähig; allerdings war die Beweglichkeit im Schultergelenk erheblich beschränkt.

v. Hacker berichtet, dass er in etwa 12 Fällen die freie Autoplastik angewandt habe und zwar immer mit dem besten Erfolg. Er führte diese Methode der Osteoplastik bei der Rhinoplastik aus, ferner auch bei Pseudarthrosen, bei Defekt und Deformität nach schlecht geheilter Fraktur, nach der Knochenresektion wegen Chondrom, Exostose, Sarkom und Cystenbildung. An der Hand von Röntgenbildern erläutert er ein ideales Operationsresultat nach Oberarmresektion wegen einer Knochenzyste. Er implantierte einen Tibiasparren samt Periost, und $^1/_2$ Jahr nach der Operation war von dem Ersatzstück im Röntgenbild nichts mehr zu sehen. „Der Humerus ist in seinen Umrissen nahezu vollständig wieder hergestellt und von einem normalen kaum zu unterscheiden, um so mehr, als auch die Markhöhle wieder hergestellt erscheint."

Lelyveld war genötigt, bei einem jungen Manne wegen schwerer Osteomyelitis die ganze Tibia zu resezieren. Soweit die Dyaphyse reichte, erfolgte aus dem stehengebliebenen Periost keine Knochenneubildung. Deshalb pflanzte er in den Defekt eine 26 cm lange Periostknochenspange aus der anderen Tibia, welche auch gut einheilte bis auf eine kleine Nekrose am oberen Ende. Das Bein wurde gut tragfähig.

Bei zahlreichen an fast allen menschlichen Knochenabschnitten vorgenommenen autoplastischen Operationen erzielte Streissler immer reaktionslose Einheilung des Ersatzstückes und stets gute spätere Funktion des betreffenden Gliedes. Gerade unter dem Einfluss der wiedereinsetzenden Funktion konnte er beobachten, dass mit den eingepflanzten Knochen interessante Umformungen vor sich gingen, die bestrebt wären,

neben der funktionellen auch die anatomische Restitutio ad integrum herbeizuführen. Dies trat aber immer nur dann ein, wenn lebender periostgedeckter Knochen zur Plastik verwendet wurde, da in jedem Falle, wo er ausgekochten Knochen einsetzte, dieser als resorbierbarer Fremdkörper arrodiert und langsam aufgezehrt wurde. Streissler konnte die Beobachtung machen, dass der implantierte Knochen die Dicke desjenigen Knochens annimmt, den er ersetzt. „Er ahmt seine Gestalt nach und bekommt ein Köpfchen dort, wo der alte Knochen eines besass.“ Diese Umformung erstreckt sich auch auf die Architektur des Implantatums, die sich seiner neuen Bestimmung anpasst; die Knochenbälkchen verbinden sich mit denen des alten Knochens und bekommen eine neue Richtung. Ferner schleifen sich die den Gelenken gegenüber befindlichen Enden eingepflanzter Knochen zu den korrespondierenden Gelenkflächen ab und bekommen einen Knorpelüberzug, auch ohne dass nach dem Vorgang Neumann's das vorstehende Periost über das Knochenende hinübergeschlagen wird. Ganz dieselben Erfahrungen machte Pels-Leusden an der Hand zahlreicher Autoplastiken, die er an erkrankten Mittelhand- und Mittelfussknochen wegen Tuberkulose und Osteomyelitis vornahm. Gleichwie Timann an ähnlichen Fällen, fand er, dass sich die ursprüngliche Knochenform im Laufe der Jahre in einer geradezu erstaunlichen Weise wiederhergestellt hatte und zwar sowohl was Richtung der Epiphysenlinie, Dicke des Knochens, die Kortikalis und meistens sogar die Markhöhle betrifft. Auch er legt grossen Wert auf die Funktion als wachstumfördernden Reiz des neugebildeten Knochens. Er sagt: „Jedes Gewebe, jedes Organ, jede Zelle atrophiert, wenn es ausser Funktion gesetzt wird, es wächst mit der gesteigerten Funktion.“ Diese Funktion bildet aber auch den implantierten Knochen um, wie modellierbare Masse. Julius Wolff bezeichnet diesen Vorgang als das Gesetz der Transformation der Knochen, nach welchen im Gefolge primärer Abänderung der Form und Inanspruchnahme oder auch bloss der Inanspruchnahme der Knochen bestimmte, nach mathematischen Regeln eintretende Verwandlungen der inneren Architektur und ebenso bestimmte und nach mathematischen Regeln folgende sekundäre

Umwandlungen der äusseren Form des implantierten Knochens sich vollziehen.

Ebenso fand auch Roux die grosse Bedeutung der Funktion auf die Anordnung der Knochenbälkchen zu gewissen Systemen bestätigt.

Von hohem Wert für die Bedeutung und die Vorzüge der freien Autoplastik gegenüber den übrigen Verfahren sind die Fälle von Frankenstein und Axhausen, da hier genaue histologische Untersuchungen des Ersatzstückes vorgenommen werden konnten, die nicht nur den Prozess der Einheilung und Substitution am menschlichen Organismus klarlegen, sondern auch über die Frage nach dem Schicksal und der Bedeutung des deckenden Periostes sichere und eindeutige Auskunft geben.

In dem von Frankenstein beschriebenen Falle aus dem städtischen Krankenhaus zu Karlsruhe handelt es sich um ein 15jähriges Mädchen, das am 8. Mai 1908 wegen Sarkoms des linken Oberschenkels zur Behandlung auf die chirurgische Abteilung aufgenommen wurde. Der Oberschenkel war in der Mitte etwas angeschwollen, was seit 5 Wochen bemerkt worden war. Der Knochen selbst zeigte eine spindelförmige Auftreibung, keine Druckempfindlichkeit. Im Röntgenbild sah man den Femur im mittleren Drittel in einer Ausdehnung von 5 cm am Rande arrodiert, die Weichteile erschienen normal. Eine Woche nach der Aufnahme wurde der kranke Femur in eine Ausdehnung von 25 cm nach unten bis dicht oberhalb der Kniegelenkkapsel reseziert. Am gleichen Bein wurde sofort die Fibula nach Ablösung der Muskulatur exstirpiert, an den Enden zugespitzt und in ihrer Gesamtheit, mit Periost und Mark, in den Femurdefekt eingepflanzt und zwar derartig, dass beide Enden in die Markhöhle der Oberschenkelfragmente eingespiesst wurden. Nach Vernähung der Hautwunde wurde ein Gipsverband angelegt. Die mikroskopische Untersuchung des exstirpierten Tumors ergab ein periostales Spindelzellensarkom.

Nach guter, im Röntgenbild festgestellter Einheilung des Ersatzstückes entwickelte sich aber später am unteren Femurfragmente, dicht über dem Kniegelenk, ein neuer Tumor, der als mikroskopische Diagnose ein Riesenzellensarkom ergab und

daher die Exartikulation des linken Beines im Hüftgelenk nebst Ausräumung der geschwollenen Leistendrüsen nötig machte.

Auf dem Längsschnitt durch das so gewonnene Präparat fand Frankenstein, makroskopisch schon erkennbar, das eingepflanzte Stück in der kompakten äusseren Schicht verdickt und den Markraum desselben etwas verengert. Das Muskellager sass dem mitüberpflanzten Periost überall fest an. Das untere Ende des Ersatzstückes war durch Kallusbildung mit dem Femur knöchern vereinigt, oben war eine Pseudarthrose entstanden.

Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung fand er einen völligen Mangel jeglicher Resorptionsprozesse im Innern des implantierten Knochens; Periost, Knochen und Mark der überpflanzten Fibula boten 5 Monate nach der Operation noch das Bild lebender Gewebe. Der Knochen war mit der Zeit nicht porös, sondern im Gegenteil kompakter und dicker geworden. Das Knochenmark in seinen Hauptteilen ganz normal, wies nur in kleinen Bezirken als Zeichen von Verfall eine Strukturveränderung, Bindegewebsentwickelung und vereinzelte unbedeutende Nekrosen auf.

Frankenstein zieht aus dem gewonnenen Befunde folgende Schlüsse:

„Wegen der vielfach schlechten Färbbarkeit der Knochenzellen muss zwar eine verminderte Vitalität des eingepflanzten Knochens angenommen werden, in der Hauptsache jedoch ist er am Leben geblieben."

Dieser ganz eigenartige Befund des langen Erhaltenbleibens des Implantatums steht nicht vereinzelt da, denn Barth und Marchand fanden schon bei ihren Versuchen an jungen Tieren dieses bestätigt. Letzterer spricht sogar von der Möglichkeit, dass unter günstigen Umständen der überpflanzte Knochen länger oder gar vielleicht dauernd am Leben bleiben könne.

Als Grund dafür, dass der implantierte Knochen in seinem Falle die Vitalität länger behalten habe, gibt Frankenstein an, dass man als günstigen Umstand bei der Transplantation das bezeichnen muss, dass keine Knochenspange, sondern der geschlossene Röhrenknochen verwendet wurde. Je geringer

die mechanischen Insulte bei der Operation sind und je schneller das Periost in die umgebenden Weichteile einheilt, desto besser sind die Grundbedingungen zur längeren Erhaltung der Vitalität des Ersatzknochens; ein Gedanke, den schon Tomita in seiner Abhandlung aussprach, indem er möglichste Schonung des Stückes empfahl.

Im Falle von Axhausen (aus der Kieler Klinik) handelt es sich um einen 20jährigen jungen Mann, bei dem wegen einer schweren Tuberkulose der grösste Teil des 1. rechten Metatarsus und die Basis der Grundphalanx samt Gelenk in toto exstirpiert werden musste. Zur plastischen Deckung dieses Defektes wurde ein der vorderen Tibiakante mit Periost entnommenes Knochenstück von etwa Bleistiftdicke benutzt und zwar derartig, dass die zugespitzten Enden desselben oben in die Spongiosa des erhalten gebliebenen Metatarsusstumpfes, unten in die Basis der Grundphalanx eingespiesst wurden. Nach reaktionsloser Wundheilung wurde der Patient 5 Wochen nach der Operation mit vollem Gebrauch des betreffenden Fusses entlassen. Bald darauf erwies sich aber die Wiederaufnahme als notwendig, da jetzt auch der 2. und 3. Metatarsus tuberkulös erkrankt waren. Der durch operative Freilegung des Krankheitsherdes erhobene Befund war so schwer, dass eine Exartikulation des Fusses nach Lisfranc vorgenommen werden musste. An dem so gewonnenen Präparat konnte man deutlich erkennen, dass das Tibiastück gut eingeheilt und mit den Nachbarknochenfragmenten eine feste Verbindung eingegangen war. Es wurde dann in allen seinen Teilen einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung unterzogen, mit deren Endergebnis uns Axhausen in folgenden Ausführungen bekannt macht:

1. „Die Barth'sche Lehre von der histologischen Gleichwertigkeit jedes knöchernen Implantationsmaterials kann nicht aufrecht erhalten werden.

2. Der von Ollier behauptete fundamentale Unterschied zwischen lebendem, periostgedeckten, artgleichen Knochen einerseits, und allem übrigen Knochenmaterial andererseits entspricht in seiner praktischen Seite durchaus den Tatsachen;

es gilt dies für den menschlichen ebenso wie für den tierischen Organismus.

3. Dieser Unterschied liegt jedoch histologisch nicht in dem Verhalten des Knochengewebes selber begründet, wie Ollier annahm. Entgegen Ollier besteht die Behauptung Barth's zu recht, dass auch bei der Transplantation lebenden, periostgedeckten, artgleichen Knochens das Knochengewebe selber abstirbt und durch neugebildeten lebenden Knochen ersetzt wird.

4. Der Unterschied beruht allein auf dem Vorhandensein des lebenden periostalen Ueberzuges.

5. Das lebende deckende Periost verfällt nicht in allen Fällen, wie Barth auf Grund einiger Tierversuche behauptete, ebenso wie das Knochengewebe selber der Nekrose, sondern es bleibt unter günstigen Bedingungen — beim Menschen wie beim Tier — wenigstens teilweise am Leben und entfaltet von diesen Teilen seine dauernd an Ausdehnung zunehmende, knochenbildende Tätigkeit im Sinne der knöchernen Verstärkung und des knöchernen Ersatzes des Vorhandenen.

6. Bei der Implantation in ein knöchernes Lager tritt diese knochenbildende Quelle in ihrer Bedeutung etwas zurück; sie addiert sich zu den ossifikationsfähigen Geweben des Lagers. Bei der Implantation in Weichteile und für den Hauptteil der in zirkuläre Kontinuitätsdefekte implantierten Knochenstücke kommt sie nur allein in Betracht. Diese letzteren Operationen bilden die Domäne, auf der die Erhaltung des periostalen Ueberzuges auf lebenden Knochen ausschlaggebende Bedeutung besitzen kann.

7. Durch die Anwesenheit des lebendbleibenden und produzierenden Periostes wird

a) der Akt der innigen Einheilung des implantierten Stückes im Gegensatz zu jeder anderen Knochensubstanz in kurzer Zeit zustande gebracht, indem das Periost einerseits mit den umgebenden Weichteilen in rasche organische Verbindung tritt, andererseits durch Resorption und nachfolgende Knochenapposition mit dem unterliegenden Knochen in relativ kurzer Zeit eng verschmilzt.

Im Gegensatz dazu sind die Verbindungen zwischen den umgebenden Weichteilen und der blanken, periostlosen Knochenoberfläche auch nach längerer Zeit noch äusserst spärlich und zart, so dass man die Stücke ohne Mühe aus ihrem Lager herausstreifen kann.

b) die feste Verbindung mit einem knöchernen Lager gefördert, indem das von dem implantierten Periost neugebildete Knochengewebe (besonders an den freien Rändern) als ein vorzüglicher knöcherner Kitt zwischen dem implantierten Knochen und dem Lager dient. Besonders wichtig ist dies für die Deckung von Kontinuitätsresektionen der Röhrenknochen und für die operative Behandlung von Pseudarthrosen.

c) der knöcherne Ersatz des implantierten absterbenden Knochens ganz erheblich beschleunigt, da das Periost als ein exquisit knochenbildendes Organ dem implantierten Knochen in grosser Ausdehnung anliegt. Besonders wichtig ist dies für die Teile des implantierten Stückes, die weitab vom ossifikationsfähigen Lager liegen.

8. Diesen Tatsachen gegenüber spielt die Erhaltung der Vitalität von Teilen des mittransplantierten Knochenmarkes, die unter günstigen Bedingungen ebenfalls erfolgen kann, praktisch keine Rolle; sie vermag den oben angegebenen fundamentalen Unterschied bei der Einpflanzung periostlosen und periostgedeckten Knochens nicht zu beeinflussen.

9. Durch den sicheren Erweis dieser fundamentalen Unterschiede fallen auch die Folgerungen, die Barth aus der Annahme der histologischen Gleichwertigkeit von lebendem periostgedeckten und totem Knochenmaterial für das operative Verhalten in der praktischen Chirurgie gezogen hat. Es muss danach die Lehre von der Ueberlegenheit lebenden, periostgedeckten, artgleichen Knochens, die von Ollier aufgestellt, dann aber von Barth als irrig bezeichnet wurde, wieder als Basis für jedes operative Vorgehen zu Grunde gelegt werden."

Nach Anführung dieser wohl von den meisten Chirurgen anerkannten Anschauungen über die Knochentransplantation will ich noch einige kurze Bemerkungen über den Ort der Anwendung von knöchernem Transplantationsmaterial anschliessen.

Wie die zahlreichen oben angeführten Beispiele zeigen, kann man lebensfrischen, periostgedeckten Knochen an allen Knochenabschnitten des menschlichen Körpers zur Transplantation verwenden, toten jedoch nur dann mit gutem Erfolg, wenn das Vorhandensein eines ossifikationsfähigen Lagers den knöchernen Ersatz desselben verbürgt, wie z. B. bei wandständigen, höhlenförmigen Defekten langer Röhrenknochen, bei Schädeldefekten irgendwelcher Ursache und in der neuesten Zeit bei Knochenbolzungen. Während bei Schädeldefekten lebensfrischer Knochen nach den oben gemachten allgemeinen Ausführungen über derartiges Transplantationsmaterial schon an und für sich einheilt und gute Resultate liefert, sind auch für den toten Knochen bei Deckung solcher Defekte die nötigen Grundlagen zur einwandsfreien Einheilung gegeben, da die harte Hirnhaut als knochenbildendes Organ das Vorhandensein des Periostes erübrigt. Es stehen daher zur Deckung von Schädeldefekten zahlreiche Verfahren zur Verfügung, so die freie Autoplastik, die Anwendung gestielter Hautperiost- und Hautperiostknochenlappen nach der König-Müller'schen Methode, die Reimplantation der gesplitterten Fragmente und der Trepanationsscheibe, und endlich die Verwendung toten ausgekochten Knochens oder ausgeglühter Knochenstücke.

Zur Bolzung von schlecht heilenden Frakturen, Pseudarthrosen und zur Versteifung paralytischer Gelenke verwendet man gleichfalls lebenden und toten Knochen mit dem gleich guten Erfolg, während bei der Benutzung von Bolzen aus Leichenknochen in den damit versteiften Gelenken längere Zeit grosse Schmerzen auftreten, die nur eine geringe Belastung derselben gestatten. Im Röntgenbild ergab sich dabei auch, dass der Leichenknochen in seinen Umrissen etwas unregelmässig wurde und zum Teil an dem Ende auch schwand, während bei Bolzen aus lebensfrischem Material in der Corticalis Verdickungen auftraten, die später verschwommen in die Struktur der festgestellten Knochen übergingen, also gleichsam Lebensäusserungen zeigten. (Lexer).

Nach diesen Ausführungen sei es mir gestattet, als einen weiteren Beitrag zur Frage der Transplantation von lebendem, periostgedeckten Knochen aus demselben Individuum folgenden

Fall aus dem Knappschaftslazarett Zabrze O.-S. mitzuteilen, den mir Herr Chefarzt Dr. Altmann gütigst zur Bearbeitung überwies.

Es handelt sich um eine 30jährige Bergmannsfrau, die am 31. August 1908 wegen einer Anschwellung des rechten Vorderarmes in das Lazarett aufgenommen wurde. Die Anamnese ergibt, dass sie als Kind stets gesund gewesen ist. Auch Eltern und Grosseltern waren gesund und haben ein Krebs- oder tuberkuloseähnliches Leiden nie gehabt. Ohne dass irgend ein Trauma voraufgegangen ist, bildete sich vor $4\frac{1}{2}$ Jahren am rechten Unterarm eine Geschwulst aus, die zunächst nur langsam, in letzter Zeit jedoch schneller an Grösse zunahm. Schmerzen waren nicht vorhanden, jedoch wurde die Patientin infolge der immer mehr zunehmenden Bewegungsbeschränkung der rechten Hand bei Verrichtung ihrer häuslichen Arbeiten stark beeinträchtigt, sodass sie deshalb das Lazarett aufsuchte.

Status. Kleine Frau in mässigem Ernährungszustande, Brust- und Bauchorgane o. B.

Auf der Ulnarseite des rechten Vorderarmes, dicht oberhalb der Handgelenksbeuge befindet sich eine spindelförmige Geschwulst mit gleichmässig gerundeter Oberfläche und mittelharter Konsistenz. Nach oben nimmt der Umfang des Tumors langsam ab und etwa 12 cm oberhalb der Gelenkbeuge kann man wieder die normale Ulna abtasten. In den oberen Teilen ist der Tumor etwas härter anzufühlen als in den distalen Partieen, Pergamentknistern und Fluktuation ist nicht nachzuweisen. Die Geschwulst erscheint mit ihrer Unterlage verwachsen; die deckenden Weichteile sind auf ihr gut verschieblich und zeigen keinerlei Entzündungserscheinungen, die regionären Achseldrüsen sind nicht geschwollen. Beugung und Streckung, sowohl aktive wie passive, sind auf ein Mindestmass beschränkt, die Rotation des Vorderarmes ist ganz aufgehoben. Der Radius ist an seiner ganzen Aussenfläche gut abtastbar und zeigt keinerlei pathologische Formveränderung. Fieber ist nicht vorhanden. Der Urin zeigt keinen krankhaften Befund.

Diagnose: Sarkom der Ulna.

Operation: 1. September 1908.

Das vor der Operation aufgenommene Röntgenbild (I) zeigt einen bis zum Grundgelenk der Mittelhandknochen nach unten sich erstreckenden, birnenförmigen, Tumor am unteren Ende der rechten Ulna, von etwa 11 cm Länge und $5^1/_2$ cm Breite. Am oberen Pole des Tumors hört die normale Kortikalisschicht der Ulna plötzlich auf und man sieht in den proximalen Teilen der Geschwulst ein feines Netzgerüst sich ausbreiten, das sich hauptsächlich auf die Randpartieen beschränkt und sich bis auf die untere Hälfte des Tumors hinzieht. Die zentralen Teile zeigen keinerlei besonders erkennbare Zeichnung, erscheinen vielmehr im Schatten etwas dunkler als die Randpartieen. Von der Ulna ist im Bereiche der Geschwulst nichts mehr zu sehen. Die Handwurzelknochen und die Metacarpi erscheinen normal, jedoch erkennt man am unteren Radiusende deutlich, wie auf der Innenseite die sonst scharfe Randlinie gegen den Tumor zu in einer Ausdehnung von etwa 2 cm verwischt ist.

Unter Esmarch'scher Blutleere und in Chloroformnarkose wird ein etwa 15 cm langer Schnitt direkt über dem Tumor geführt und das deckende Gewebe schonend zur Seite präpariert. Hierauf wird der gesamte Tumor mit dem anhaftenden Periost und einem etwa 3 cm langen Ulnastück ohne besondere Schwierigkeit entfernt. Man kann dann in dem so entstandenen Defekte deutlich erkennen, dass die benachbarten Knochen bis auf eine kleine oberflächliche Usur auf der Innenseite des unteren Radiusendes vollkommen intakt sind. Hierauf wird diese Wunde mit einem sterilen Tuche bedeckt und zur Entnahme von autoplastischem Ersatzmaterial geschritten. Zu diesem Zwecke wird auf der Innenfläche der linken oberen Tibiahälfte ein 15 cm langer Schnitt geführt und das Periost freigelegt. Mit grösster Sorgfalt wird dann ein etwa 13 cm langes und $1^1/_2$ cm breites rechteckiges Stück desselben umschnitten und eine ihm anhaftende, nicht allzu dicke Kortikalisspange von gleicher Grösse herausgemeisselt. Die so gewonnene Periostknochenspange wird mit grösster Vorsicht in den terminalen Ulnadefekt eingesetzt und zwar derartig, dass das mitüberpflanzte Periost, mit seiner freien Seite dem Radius abgekehrt,

nur durch Catgutnähte mit dem am Ulnastumpf zurückgebliebenen vereinigt wird. Der Knochen selbst wird nicht besonders befestigt. Darauf werden die Weichteile darüber gelagert und die Wunden mit Michel'schen Klammern verschlossen. Ein Schienenverband diente zur Fixierung der Knochenstücke.

Der exstirpierte Tumor ist birnenförmig, mit der Stielseite nach dem Ellenbogen zugekehrt. Er ist $10^1/_2$ cm lang und misst 18 cm im Umfang. Auf der Oberfläche, besonders an den proximalen schmäleren Teilen, fühlt er sich hart an und ist allseitig von einer straffen fibrösen Membran umspannt. In Formalin gehärtet, zeigt er auf dem Durchschnitt makroskopisch keinerlei Reste der Ulna mehr, vielmehr zahlreiche linsengrosse, dunkelbraun pigmentierte Flecken und erbsen- bis haselnussgrosse Höhlen, die mit einem gallertartigen, farblosen Inhalt angefüllt sind. Ausserdem kann man auf diesem Durchschnitt noch deutlich eine harte osteoide Oberflächenschale und ein Netzwerk von ebensolchen feinen Bälkchen bemerken, die den gesamten Tumor durchziehen und zwischen sich weiche Geschwulstmassen einschliessen. Die mikroskopische Untersuchung des Präparates ergibt als Diagnose ein Spindelzellsarkom. Mithin war der Tumor ein myelogenes Spindelzellsarkom des unteren Endes der rechten Ulna.

Die durch die Operation gesetzten Wunden heilten per primam intentionem und ein 2 Wochen nach derselben aufgenommenes Röntgenbild (II) gibt folgenden Befund:

Der durch die Exstirpation des Tumors gesetzte Ulnadefekt wird durch eine 8 cm lange, zusammenhängende, solide Knochenspange ausgefüllt, die durchschnittlich 2—4 mm dick ist. 1 cm oberhalb des unteren inneren Radiusendes biegen mehrere übereinandergelagerte, im Ganzen etwa 3 cm lange Knochensplitter in einem Winkel von ungefähr 135° ulnarwärts ab, da sie mit dem zum Radius parallel laufenden oberen Spahn nur durch eine lockere Periostbrücke in Verbindung stehen. Diese Abknickungsstelle liegt gerade an dem im Röntgenbilde gut erkennbaren und schon beim Bild I beschriebenen, verschwommenen, inneren Radiusrand. Zu beiden Seiten dieser eingepflanzten Knochenspangen sieht man ausserdem noch

zahlreiche feinere Schatten, die den durch das Abmeisseln entstandenen und noch am Periostrand festhängenden Knochensplittern entsprechen. Zwischen der unteren Sägefläche der Ulna und dem eingepflanzten Ersatzstück besteht noch ein etwa 2 mm weiter freier Zwischenraum

In einem den operierten Arm ruhigstellenden Verbande verblieb die Patientin noch bis Ende Oktober 1908 im Lazarett, da sie an akutem Gelenkrheumatismus erkrankte, und wurde dann auf eigenen Wunsch nach Hause entlassen. Die Bewegungen im rechten Handgelenk nebst der Rotation des Vorderarmes waren noch etwas beschränkt und die Kraftentfaltung gering. Trotzdem verrichtete die Frau ihre häuslichen Arbeiten und fühlte sich nicht veranlasst, in der Folgezeit wegen irgendwelcher, den operierten Arm betreffenden, Schmerzen das Lazarett wieder aufzusuchen.

Als mir dieser Fall zur Veröffentlichung überwiesen wurde, suchte ich mir die Frau in ihrem Heimatdorfe auf und traf sie eben dabei, wie sie auf dem Felde mit einer Hacke Kartoffeln aus der Erde g ub, wobei sie in keiner Weise durch den operierten Arm behindert wurde. Zur genaueren Nachuntersuchung und zwecks Aufnahme eines Röntgenbefundes bestellte ich die Frau in das Lazarett, jedoch vergingen bis zu ihrem Erscheinen daselbst wieder Monate. Das am 8. Mai 1910, etwa $1^1/_2$ Jahre nach der Operation aufgenommene Röntgenbild (III) zeigt folgenden interessanten und seltenen Befund:

Das implantierte Ersatzstück zeigt überall kompakte Knochenstruktur und ist in seinen oberen Teilen bis zu 1 cm verdickt. Nach unten nimmt die Stärke bis zu $^1/_2$ cm ab. Der ursprünglich abgeknickte unterste Teil ist gleichfalls verdickt und mit der Ulnarseite des Radius in einer Ausdehnung von $2^1/_2$ cm fest knöchern verwachsen. Gegen das Handgelenk hat dieses Stück eine $1^3/_4$ cm lange glatte, mit einer Knorpelschicht besetzte Gelenkfläche gebildet. 3 cm oberhalb dieser neugebildeten Gelenkfläche findet sich die schwächste Stelle des Implantatums von $^1/_2$ cm Dicke, die eine knöcherne Brücke zwischen dem oberen und unteren Knochenspahne darstellt. Ausserdem sind noch im benachbarten

Gewebe und auf das implantierte Stück nach vorn aufgelagert, mehrere 1—2 cm lange Knochenschatten zu bemerken. An der oberen Einpflanzungsstelle hat sich radialwärts eine $1^1/_2$ cm dicke und 3—7 mm breite Brücke gebildet, die nicht denselben Schatten als der kompakte übrige Knochen zeigt, vielmehr viel durchsichtiger ist und im Inneren mehrere schräg verlaufende, dunkle, zackige Linien aufweist. Der gleiche Gewebsschatten als an dieser Brücke ist auch an dem unteren Ende des Ulnastumpfes aufgelagert zu finden. Die ursprünglich grade verlaufende Sägefläche der Ulna hat sich fingerkuppenförmig abgerundet, desgleichen ist der obere Rand des noch kompakte Knochenstruktur zeigenden Implantatums etwas halbmondförmig ausgehöhlt.

Bei der körperlichen Nachuntersuchung findet man die Operationsnarbe am Vorderarm in ihrer unteren Hälfte etwas eingezogen und mit der Unterlage unverschieblich verwachsen. Die Muskulatur des ganzen rechten Armes ist im Vergleich zu der des linken nur geringgradig atrophisch. Der Umfang beider Vorderarme, dicht oberhalb des Handgelenks, beträgt rechts $14^1/_2$ cm, links 16 cm. Die Achseldrüsen sind nicht vergrössert, Metastasenbildung im übrigen Körper ist nirgends nachweisbar. Die Beugung, Streckung und Seitwärtsbewegung der rechten Hand ist ebenso umfangreich ausführbar als links, jedoch ist die Rotation des Vorderarmes beschränkt, und zwar derartig, dass die Pronation gut möglich, die Supination aber nur ruckweise und mit sichtlicher Anstrengung ausführbar ist. Im rechten Arm ist die Kraftentfaltung geringer als links, die Mittelhand- und Kleinfingermuskulatur erscheint in geringem Masse atrophisch; am Handteller finden sich dicke frische Arbeitsschwielen. Der implantierte Knochen ist gut abtastbar und lässt eine abnorme Beweglichkeit oder Krepitation an keiner Stelle bemerken.

Was nun das Resultat diesr freien Autoplastik anbetrifft, so lässt sich auf Grund des Röntgenbefundes und der vorhandenen Funktion des Gliedes folgendes sagen: Das Periostknochenstück ist reaktionslos eingeheilt und gestattet eine verhältnismässig gute Bewegung des operierten Armes. Eine knöcherne Konsolidation hat zwar stattgefunden, jedoch nicht

an der eigentlich beabsichtigten Stelle; denn am proximalen Ende des Ersatzstückes, wo diese knöcherne Verbindung erwartet wurde, ist eine Pseudarthrose vorhanden, was man deutlich an der kugelgelenkartigen Umbildung des Ulnastumpfes und des oberen Endes der transplantierten Knochenspange erkennen kann, die beide ausserdem noch mit einem knorpelartigen Ueberzuge versehen sind und im Röntgenbild III eine deutlich erkennbare Gelenklinie zwischen sich fassen. Diese lockere Verbindung am oberen Ende der Einpflanzungsstelle hat einen gut erklärlichen Ursprung

1. in der Art der Befestigung des Ersatzstückes bei der Operation,
2. in der knöchernen Verbindung des Radius mit dem Implantatum am unteren Ende.

Nach den Erfahrungen vieler Chirurgen verwächst das implantierte Periostknochenstück leichter mit den Nachbarfragmenten, wenn schon bei der Operation eine feste Vereinigung derselben angestrebt wird, sei es durch Knochennaht, Bolzung oder Hineinspiessen der beiden Enden des Implantatums in die Markhöhle des Nachbarknochens. Eine Naht des Periostes allein leistet keine sichere Gewähr für eine feste knöcherne Konsolidation, besonders noch dann, wenn, wie in unserem Falle, durch den allzu zeitig unternommenen Versuch der Bewegung im Sinne der Rotation dem Verwachsungsvorgange keine absolute Ruhe geboten wird. Dadurch nun, dass andererseits der implantierte Knochen an dem unteren Ende mit dem Radius eine knöcherne Verbindung eingegangen ist, ist eine Rotationsbewegung im Radioulnargelenk unmöglich geworden. Da aber in diesem Falle eine Rotation, wenn auch beschränkt, trotzdem vorhanden ist, so kann sie nur weiter oben, also zwischen der Ulna und dem Ersatzstück zustande kommen. Eine feste knöcherne Vereinigung war und ist aus dem oben angeführten Grunde des Fehlens der unbedingten Ruhestellung nach der Operation demnach einerseits ausgeschlossen, andererseits ist sie aber auch gar nicht erwünscht, weil dann wegen der knöchernen Verwachsung zwischen Radius und Implantatum keinerlei Bewegung des Vorderarmes im Sinne der Rotation möglich wäre. Die eben erwähnte

knöcherne Verbindung zwischen diesen beiden Nachbarknochen denke ich mir dadurch entstanden, dass durch die Abknickung des Ersatzstückes der Scheitel des so entstandenen Winkels gerade zufällig an die bei der Operation festgestellte und auch an den Röntgenbildern sichtbare usurierte innere Radiuswand zu liegen kam, sodass ein günstiger Boden zu einer knöchernen Verbindung geschaffen war. Diese Verwachsung muss aber schon vor etwaigen Bewegungsversuchen eingetreten sein, da sie bei späteren Rotationsversuchen eine knöcherne Konsolidation am oberen Ende verhinderte. Was den implantierten Knochen selbst betrifft, so hat keinerlei Resorption, vielmehr ein deutliches Dickenwachstum von kompakter Knochensubstanz stattgefunden, das im Laufe der Zeit sicher noch zunehmen wird. Interessant ist in diesem Falle, ebenso wie Neumann berichtet, die Bildung einer Gelenkfläche am unteren Ende des Ersatzstückes, was wohl zum grossen Teil der Abknickung der Knochenspange zu danken ist, die sich infolgedessen quer über die Handwurzelknochen legte und durch die Bewegungen im Handgelenk allmählich zu der jetzt bestehenden Form abgeschliffen wurde. Was also die Anheilung betrifft, so entspricht das Resultat nur zum Teil den Absichten des Operateurs. Die Funktion des operierten Armes jedoch ist bei den Verhältnissen, wie sie hier vorliegen, eine ausgezeichnete zu nennen, sodass man wohl berechtigt ist, diesen Fall den oben angeführten Beispielen für freie Autoplastik ebenbürtig an die Seite zu stellen.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Dr. Altmann, Chefarzt des Knappschaftslazaretts zu Zabrze O./S. für die Anregung und die liebenswürdigen Fingerzeige bei der Abfassung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1. **G. Axhausen**, Die pathologisch-anatomischen Grundlagen der Lehre von der freien Knochentransplantation beim Menschen und beim Tiere. Medizinische Klinik 1908, Beiheft 2.
2. Derselbe, Histologische Untersuchungen über Knochentransplantation am Menschen. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 91, 1908.
3. **A. Barth**, Knochenimplantation. Archiv für klinische Chirurgie, Band 46, 1893.
4. Derselbe, Ueber Osteoplastik. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1908 II.
5. Derselbe, Ueber Osteoplastik in histologischer Beziehung. Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1894 II.
6. **Bergemann**, Archiv für klinische Chirurgie, Band 90, 1909.
7. **E. von Bergmann**, Prof. Dr. **P. v. Bruns**, Prof. Dr. **J. v. Mikulicz**, Handbuch der praktischen Chirurgie, Band I.
8. **A. Bonome**, Zur Histogenese der Knochenregeneration Virch. Archiv, Band 100.
9. **v. Bramann**, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1894, I.
10. **Braun**, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft f. Chir. 1908, I.
11. **Brentano**, ebendaselbst.
12. Dr. **W. Ebstein** und Prof. Dr. **J. Schwalbe**, Chirurgie des praktischen Arztes, 1907.
13. Dr. **Hans Frankenstein**, Ueber freie Knochentransplantation z. Deckung von Defekten langer Röhrenknochen, Beitrag zur klinischen Chirurgie, Band 64, 1909.
14. **Grohé**, Vita propria der Zellen des Periostes. Virch. Arch. Bd. 155, 1899.
15. **v. Hacker**, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1908, I.
16. **Heidenhain**, ebendaselbst.
17. **Jakimowitsch**, Versuch über das Wiederanheilen getrennter Knochensplitter, Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 15.
18. **Kausch**, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Cir. 1906 I, 1908 I und 1909 I.
19. **Klapp**, Ueber einen Fall ausgedehnter Knochentransplantation, Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Band 54, 1900.

20. **Kostlivy**, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft f. Chir. 1908, I.
21. **Lelyveld**, ebendaselbst.
22. **E. Lexer**, Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie, Band I.
23. Derselbe, Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie, 1908 II und 1909 II.
24. **v. Mangoldt**, Ueber ungestielte Periostknochenlappen zur Heilung von Pseudarthrosen. Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1904, II.
25. **Marchand**, Der Prozess der Wundheilung. Deutsche Chir. 16, 1901.
26. Derselbe, Knochentransplantation, Verh. d. D. pathol. Ges. II, 1900.
27. **Mertens**, Deckung von Schädeldefekten, Deutsche Zeitschrift f. Chir., Band 57.
28. **Müller**, Zur funktionellen Anpassung nach Knochenplastik. Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1903, I.
29. **Neumann**, Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1908, I.
30. Derselbe, Berliner klin. Wochenschrift 1907.
31. **Ollier**, siehe Marchand.
32. **Pels-Leusden**, Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1908, I.
33. **Reichel**, Zur Behandlung schwerer Formen von Pseudarthrosen. Archiv f. klin. Chir. Bd. 71, 1903.
34. **Schloffer**, Osteoplastik bei Defekten der Tibia, Beitr. v. Bruns XXV, 1899.
35. **Streissler**, Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1909, I.
36. **Sultan**, Ueber die Einpflanzung von totem Knochen in indifferente Weichteile, allein oder in Verbindung mit Periost. Verh. d. D. Ges. f. Chir. 1902, I.
37. **Tietze**, ebendaselbst.
38. **H. Tillmanns**, Lehrbuch der allgemeinen Chir. Bd. I, 9. Aufl.
39. **Timann**, Behandlung der Spina ventosa mittels freier Autoplastik. Beitr. zur klin. Chir. Bd. 36, 1902.
40. **Tomita**, Ueber Knochentransplantation bei ausgedehnten Kontinuitätsdefekten. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 90.
41. Derselbe, Experimentelle Untersuchungen über Knochentransplantation. Virch. Arch. Bd. 191, 1908.
42. **Virchow**, Virch. Arch. Bd. 4, 1852.
43. **J. Wolff**, Die Osteoplastik in ihren Beziehungen zur Chirurgie und Physiologie. Arch. f. klin. Chir. IV, 1863.
44. **Ziegler**, Allgemeine Pathologie, 1905, 11. Aufl.
45. Derselbe, Beitrag zur patholog. Anatomie. Bd. 17, 1895.

Lebenslauf.

Ich, August Heimann, katholisch, preussischer Staatsangehöriger, bin am 12. Juli 1881 in Gierichswalde Kreis Frankenstein in Schlesien als Sohn eines Landwirtes geboren. Nach Absolvierung der Elementarschule in Landeck i. Schl. besuchte ich von Ostern 1895 ab das Kgl. Gymnasium zu Glatz, das ich zu Ostern 1903 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Hierauf studierte ich von 1903 ab zwei Semester katholische Theologie, vom Sommer-Semester 1904 ab Medizin in Breslau. Am 5. Juli 1906 bestand ich das Tentamen physicum und genügte vom 1. Oktober 1906 bis 1. April 1907 meiner Militärpflicht als Einjährig-Freiwilliger im Grenadier-Regiment Nr. 11 in Breslau. Das Staatsexamen beendete ich am 25. Mai 1909 in Breslau und seit 15. Juni 1909 bin ich als Medizinal-Praktikant am Knappschaftslazarett in Zabrze OS. tätig.